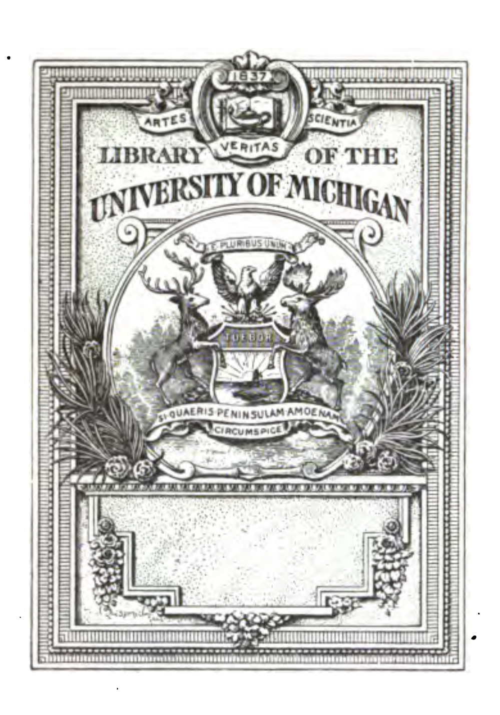
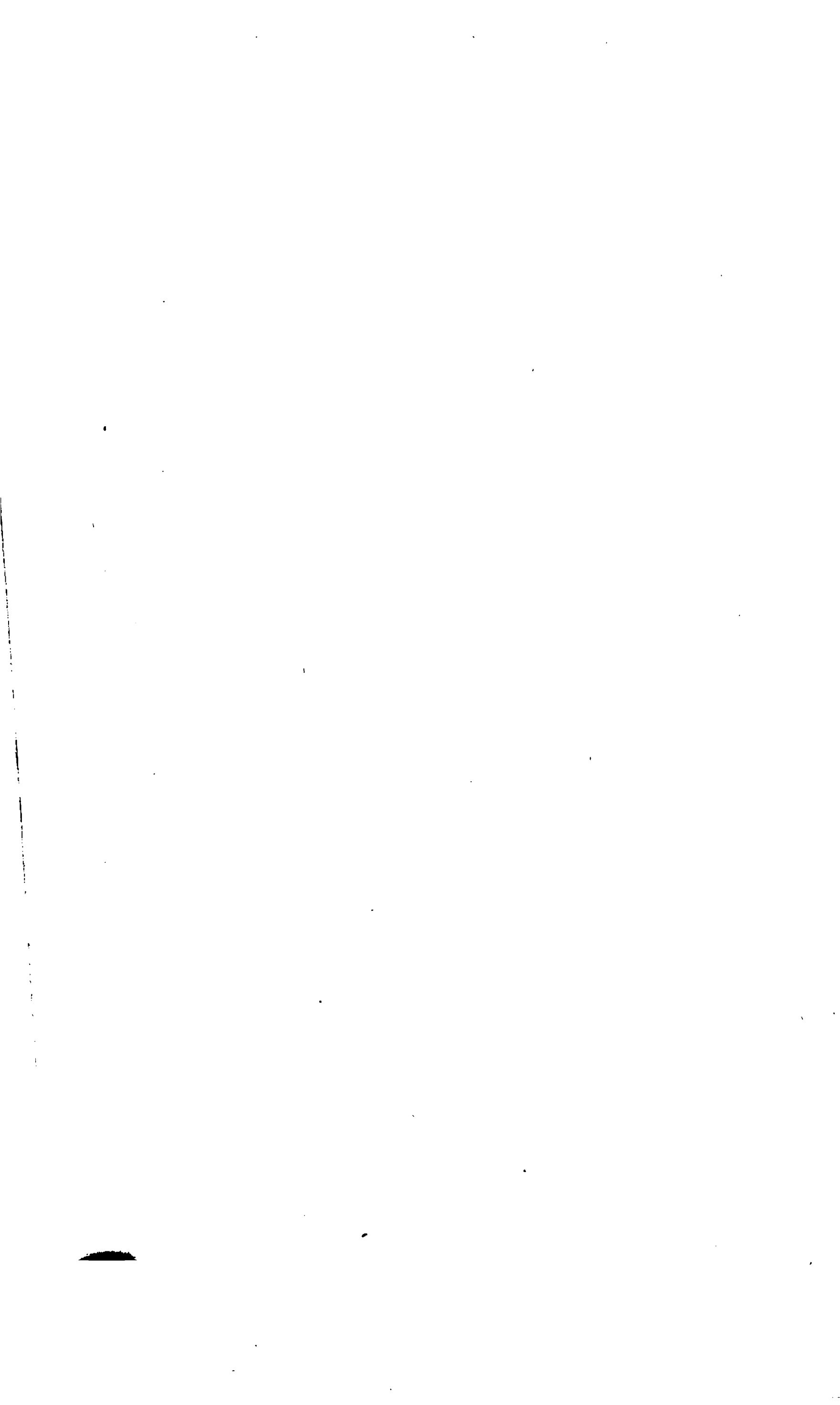
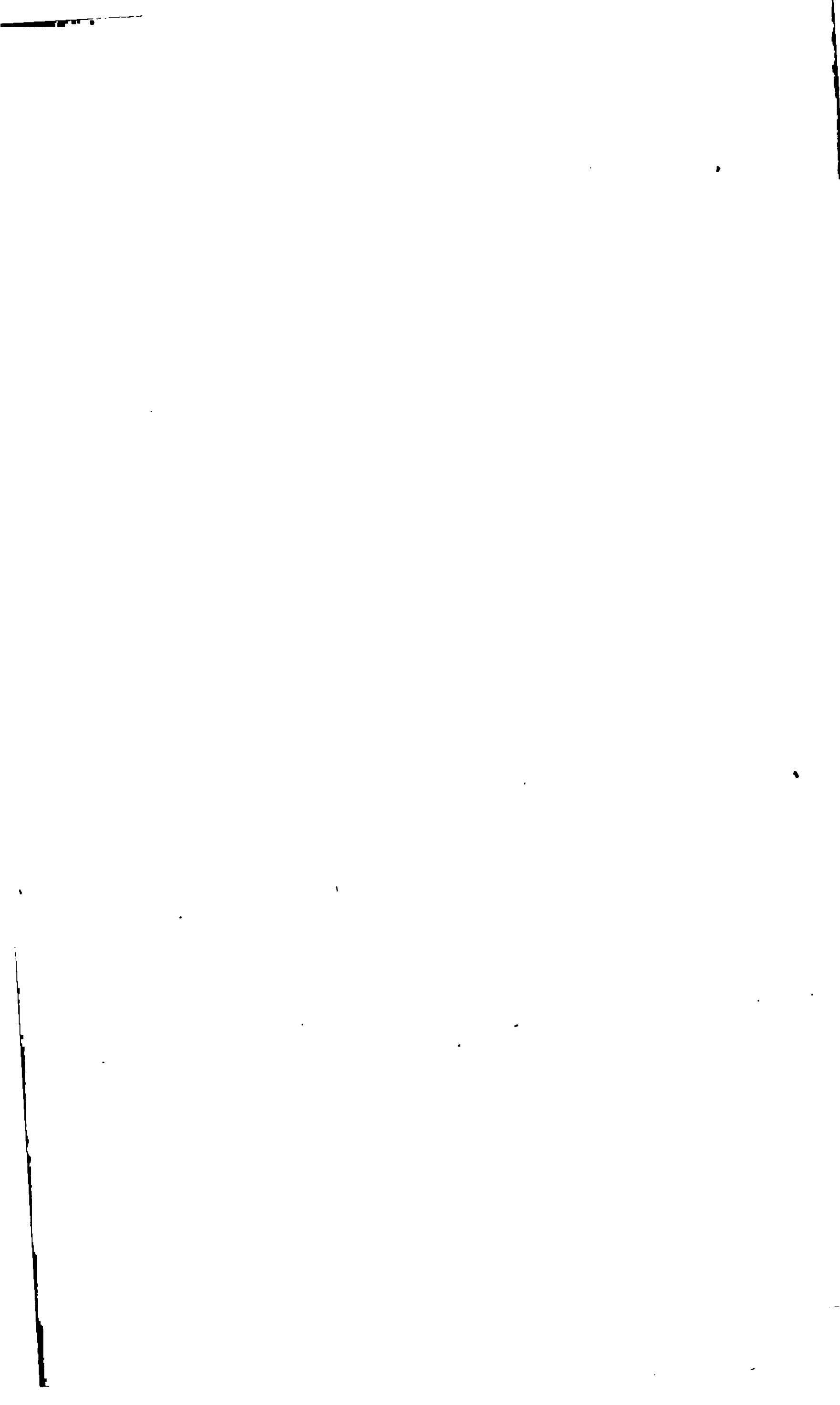
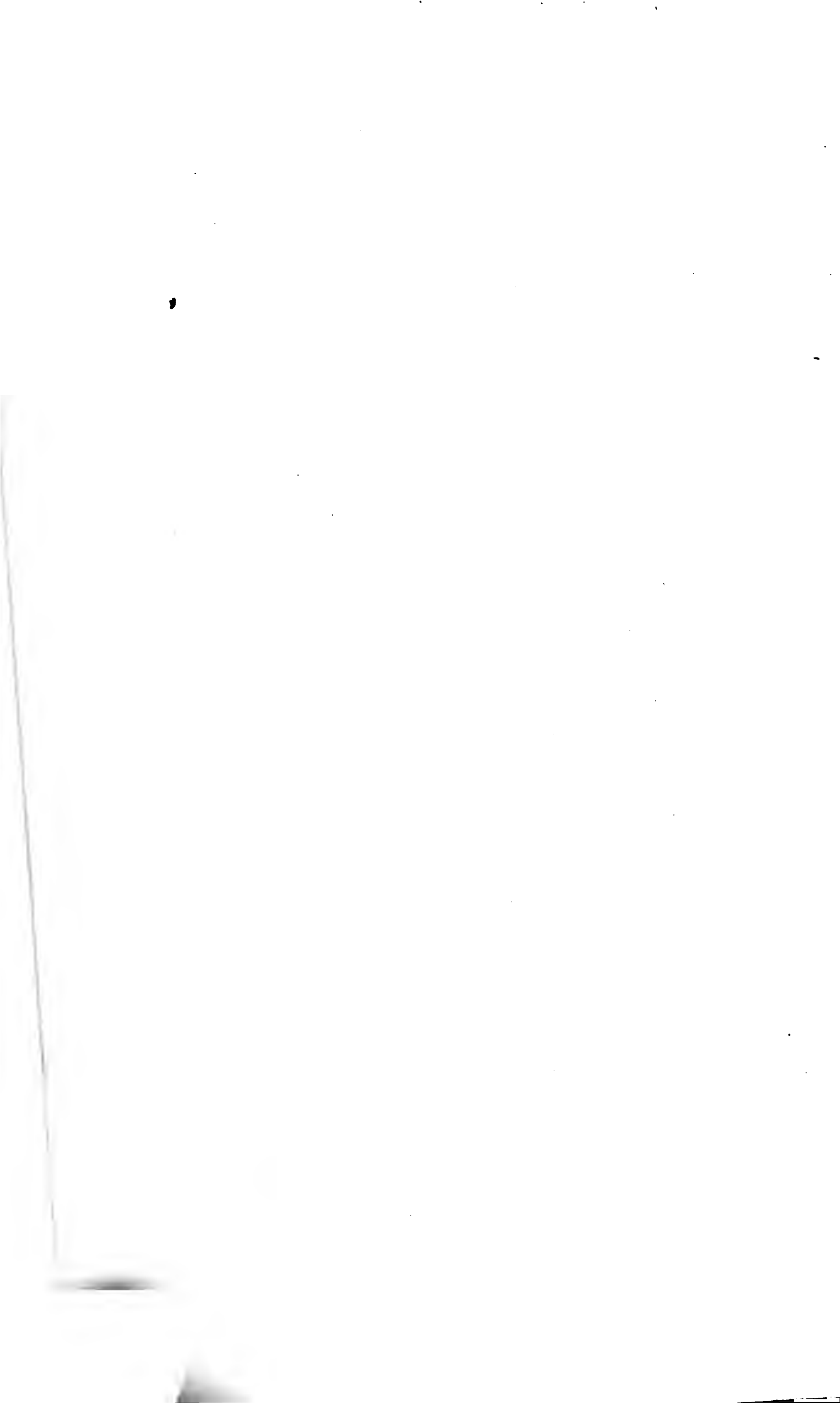

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE







Dominique François Jean

(Franz) Arago's sämmtliche Werke.

Mit einer Einleitung

von

Alexander von Humboldt.

Deutsche Original-Ausgabe.

Herausgegeben

von

Dr. W. G. Hankel

ord. Professor der Physik an der Universität Leipzig.

Funfzehnter Band.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1860.



Wissenschaftliche Abhandlungen.

In der Ankündigung der Werke Arago's von Seiten der französischen Herausgeber im Jahre 1854 war die populäre Astronomie, welche den Schluß bilden sollte, dem 11. und 12. Bande zugewiesen worden. Später hat die französische Ausgabe den zweiten Theil der wissenschaftlichen Abhandlungen zum 11. und die vermischten Aufsätze zum 12. Bande gemacht, ohne überhaupt die populäre Astronomie in die Reihe der Bände aufzunehmen. Da die der ursprünglichen Angabe entsprechend mit dem 11. Bande begonnene und dann auf vier Bände angewachsene populäre Astronomie in der deutschen Ausgabe die Bände 11 bis 14 füllt, so mußte der 11. und 12. Band der französischen Ausgabe zum 15. und 16. Bande in der deutschen Ausgabe gemacht werden. Man wird bei Citaten auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen haben.

H.

Geschwindigkeit des Schalles.

Resultat der 1822 im Auftrage des Längenbureau zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Atmosphäre unternommenen Versuche.

Die Physiker haben bereits zahlreiche Versuche angestellt, um die Geschwindigkeit, mit welcher der Schall sich in der Atmosphäre fortpflanzt, zu bestimmen; indeß zeigen ihre Resultate beträchtliche und weit über die Unsicherheiten, welche bei derartigen Beobachtungen vorkommen dürfen, hinausgehende Abweichungen. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß diese Abweichungen, wenigstens in den meisten Fällen, dem Einflusse des Windes ihren Ursprung verdanken. Um sich gegen diese Fehlerquellen zu schützen, gibt es nur ein sicheres Mittel: man muß zwei gleiche Schallbewegungen in demselben Augenblicke auf zwei Stationen erzeugen, und auf jeder derselben die Zeit beobachten, welche der Schall der andern Station bis zu seiner Ankunft bei dem Beobachter gebraucht. Da der Wind dann entgegengesetzte Wirkungen auf die beiden Geschwindigkeiten ausübt, wird das Mittel aus den Resultaten ebenso genau sein, als wenn die Atmosphäre vollkommen ruhig gewesen wäre.

Dieses Verfahren war von den pariser Akademikern schon bei den berühmten Versuchen von 1738 angegeben worden; leider aber finden sich in ihrer Abhandlung nur zwei einander entsprechende Beobachtungen.

Dazu kommt als neue Quelle von Unsicherheit, daß wir von dem thermometrischen Zustande der Atmosphäre während jener Versuche nur eine ziemlich unvollständige Kenntniß haben, und daß besonders auf der Station Montlhéry die zur Notirung der Zeitmomente, wo der Lichtblitz erschien und wo der Schall anlangte, angewandten Mittel nicht alle wünschenswerthe Genauigkeit besaßen.

Infolge dieser Erwägungen beschloß das Längenbureau auf Vorschlag des Herrn de Laplace, durch eine aus seiner Mitte gewählte, aus den Herren de Prony, Bouvard, Mathieu und mir gebildete Commission die Versuche wiederholen zu lassen. Das Bureau lud Herrn A. v. Humboldt, der auf seinen Reisen sich bereits mit analogen Beobachtungen beschäftigt hatte, ein, sich der Commission anzuschließen, und ebenso Herrn Gay-Lussac, dessen neue Versuche über die specifische Wärme der Luft Laplace als Grundlage für die neue theoretische Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles gedient haben, nach welcher die Newton'sche Formel mit der Quadratwurzel aus dem Verhältnisse der specifischen Wärme der Luft unter constantem Drucke zu der specifischen Wärme bei constantem Volumen multiplicirt werden muß.

Der Marschall Herzog von Ragusa hat bei dieser Gelegenheit uns einen neuen Beweis des Interesses gegeben, das er stets den Fortschritten der Wissenschaften gewidmet hat, indem er es übernahm, selbst von den Ministern des Krieges und des Innern die Autorisationen zu erbitten, deren die Commission bedurfte, um mitten in der Nacht in den Umgebungen der Hauptstadt Geschütze abfeuern zu dürfen, und sodann zwei mit aller nöthigen Munition versehene und von Artilleristen der königlichen Garde bediente Sechspfünder zu unserer Verfügung stellte.

Unsere ersten Versuche fanden, wie man weiterhin in der Tabelle auf S. 6 bis 9, welche alle Details derselben gibt, sehen wird, am 21. Juni 1822 statt. Am Morgen waren die Herren v. Humboldt, Gay-Lussac und Bouvard nach Montlhéry abgereist. Herr de Laplace Sohn, Obristlieutenant in der Gardeartillerie, der, um die Versuche streng vergleichbar zu machen, mit großer Gefälligkeit selbst die Anfertigung der zur Anwendung kommen sollenden Patronen von

zwei und von drei Pfunden (1 u. 1,5 Kilogr.) Pulver überwacht hatte, hatte sich diesem Theile der Commission angeschlossen. Die Kanone wurde zu Montlhéry durch Herrn Kapitän Pernetty aufgestellt. Zu derselben Zeit begaben wir (Prony, Mathieu und ich) uns auf den Punkt der Flur von Villejuif, der uns Tags zuvor als Station geeignet erschienen war. Herr Kapitän Boscary stieß am Abend mit einem Sechspfünder zu uns. Die Versuche begannen um 11 Uhr; das Wetter war heiter und fast vollständig ruhig; der schwache Wind, den man wahrnahm, wehte von Villejuif nach Montlhéry oder genauer von Nordnordwest nach Südsüdost.

In Villejuif hörten die Herren de Prony, Mathieu und ich alle Schüsse von Montlhéry vollkommen deutlich; daher vernahmen wir am anderen Tage nicht ohne Erstaunen, daß der Schall der Kanone auf unserer Station kaum bis zu der anderen gedrungen war. Was auch die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung sein mag; sieben verschiedene Schüsse waren in Montlhéry gehört worden. Wir haben sie (vergl. die Tabelle) mit den entsprechenden zu Villejuif beobachteten combinirt. Wenn man nun in der Reihe der Mittel die Uebereinstimmung der verschiedenen Resultate bemerkt, so wird man meines Erachtens nicht daran zweifeln können, daß die aus ihnen hergeleitete definitive Zahl bis auf ein oder zwei Zehntelsecunden genau ist. Uebrigens würde es ungerecht sein, hier zu verschweigen, daß diese Genauigkeit, wenigstens zum großen Theile, den vortrefflichen Mitteln für die Zeitbestimmung zuzuschreiben ist, welche die Herren Breguet mit gewohnter Liberalität zu unserer Verfügung gestellt hatten, und die für Montlhéry in drei Chronometern mit Arretirung, von denen eins bis zu Sechzigstelsecunden angab, bestanden. In Villejuif hatten Herr Mathieu und ich zwei Chronometer derselben Art, welche Zehntelsecunden gaben; de Prony zählte die Zeit zwischen dem Erscheinen des Lichtblitzes und der Ankunft des Schalles nach einem Chronometer, das in der Minute 150 Schläge machte; es wurde deshalb, wenn z. B. das Erscheinen des Lichtblitzes nicht mit dem Schlage der Uhr zusammenfiel, eine Schätzung dieses kleinen Unterschiedes nöthig. Unser College zweifelt nicht, daß man es durch Uebung nach dieser Methode dahin bringen könne, das Zehntel einer Secunde zu schätzen, und ich gestehe, daß

ich nach den Resultaten, die sie ihm geliefert hat, seine Ansicht vollständig theile.

Während der Versuche am 21. Juni war die Kanone in Villejuif unter einem ziemlich großen Winkel gegen den Horizont geneigt geblieben. In dem Glauben, daß man diesem Umstande zum Theil die auffallende Schwächung, welche der Schall beim Uebergange von dieser Station nach Montlhéry erlitten hatte, zuschreiben könnte, richteten wir am folgenden Tage, am 22. Juni das Geschütz völlig horizontal. Auch an diesem Tage hörten wir ebenso wie am 21. Juni, sämmtliche in Montlhéry abgefeuerten Schüsse vortrefflich, während auf dieser letzten Station von den zwölf zu Villejuif abgefeuerten Schüssen nur ein einziger, und auch der nur sehr schwach, von den Herren Gay-Lussac und Bouvard vernommen wurde. Diese zweite Versuchsreihe vermag also zu den Tags zuvor erhaltenen Bestimmungen der absoluten Geschwindigkeit des Schalles Nichts hinzuzufügen. Wir werden sie indeß doch mit allen ihren Einzelheiten berichten, weil sie zu einigen anderweiten Bemerkungen Veranlassung gibt. Da Herr Rieussec, ein ausgezeichneter pariser Uhrmacher, am 22. Juni gekommen war, um den von ihm ausgedachten Chronographen mit beweglichem Zifferblatte (vergl. Annales de chimie et de physique Bd. 18. S. 391) zu probiren, so haben wir in die folgende Tabelle die Bestimmungen aufgenommen, die sein sinnreiches Instrument ihm geliefert hat.

Tabelle der entsprechenden, Freitag den 21. Juni 1822, zu Montlhéry und Villejuif beobachteten Schüsse.

Montlhéry.			Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.	Hygrometer.	Barometer.
10h 30m Schuß mit 1 Kilogr.	Humboldt, Gay-Lussac, Bouvard	54,5s	54,5s	+16,5°	59°	754,9mm
10h 40m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Humboldt	54,9	54,9	16,5	59	755,3
	Gay-Lussac	—				
	Bouvard	55,0				
11h 0m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Humboldt	53,9	53,9	16,4	59	755,6
	Gay-Lussac	—				
	Bouvard	—				

Montlhéry.			Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.	Hygrometer.	Barometer.
11h 10m Schuß mit 1 Kilogr.	Humboldt	—	54,6s	+16,3°	59°	755,6mm
	Gay-Lussac	54,5s				
	Bouvard	54,7				
11h 20m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Humboldt, Gay-Lussac, Bouvard	54,3	54,3	16,3	59	755,6
11h 30m Schuß mit 1 Kilogr.	Humboldt, Gay-Lussac, Bouvard	54,5	54,5	16,3	60	755,6
11h 40m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Humboldt	54,1	54,3	16,3	60	755,6
	Gay-Lussac	—				
	Bouvard	54,5				
Mittel . . .			54,43s			

Villejuif.			Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.	Hygrometer.	Barometer.
10h 25m Schuß mit 1 Kilogr.	Prony	54,7s	54,8s	+16,0°	84°	757,3mm
	Mathieu	54,8				
	Arago	55,0				
10h 35m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Prony	54,8	55,0	15,9	84	757,31
	Mathieu	55,2				
	Arago	55,0				
10h 55m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Prony	54,6	54,8	15,4	85	757,31
	Mathieu	55,0				
	Arago	54,9				
11h 5m Schuß mit 1 Kilogr.	Prony	54,6	54,7	15,4	85	757,31
	Mathieu	55,0				
	Arago	54,6				
11h 15m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Prony	54,6	54,9	15,4	86	757,32
	Mathieu	55,0				
	Arago	55,0				
11h 25m Schuß mit 1 Kilogr.	Prony	54,6	54,8	15,1	87	757,32
	Mathieu	54,9				
	Arago	54,8				
11h 35m Schuß mit 1,5 Kilogr.	Prony	—	54,8	14,4	89	757,32
	Mathieu	54,9				
	Arago	54,8				
Mittel . . .			54,84s			

Mittlere Dauer der Fortpflanzung des Schalles am 21. Juni 1822 zwischen den beiden Stationen und mittlerer Stand der meteorologischen Instrumente.

			Mittel.	Thermometer.	Hygrometer.	Barometer.
Schüsse mit 1 Kilogr.	Montlhéry	54,5s	54,7s	16,2°	71°	756,1mm
	Villejuif	54,8				
Schüsse mit 1,5 Kilogr.	Montlhéry	54,9	55,0	16,2	71	756,3
	Villejuif	55,0				
Schüsse mit 1,5 Kilogr.	Montlhéry	53,9	54,4	15,9	72	756,5
	Villejuif	54,8				
Schüsse mit 1 Kilogr.	Montlhéry	54,6	54,7	15,8	72	756,5
	Villejuif	54,7				
Schüsse mit 1,5 Kilogr.	Montlhéry	54,3	54,6	15,8	72	756,5
	Villejuif	54,9				
Schüsse mit 1 Kilogr.	Montlhéry	54,5	54,6	15,7	73	756,5
	Villejuif	54,8				
Schüsse mit 1,5 Kilogr.	Montlhéry	54,3	54,6	15,4	74	756,5
	Villejuif	54,8				
	Mittel . . .		54,6s	15,9°	72°	756,4mm

Tabelle der Fortpflanzung des Schalles am 22. Juni 1822 von Montlhéry nach Villejuif.

Schüsse mit 1 Kilogr.			Mittlere Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.		Hygrometer.	Barometer.
11h 3m	Prony	53,7s	53,7s	in Villejuif	17,3°	98°	756,68mm
	Mathieu	53,5		in Montlhéry	18,3	94	754,60
	Arago	54,0		Mittel . .	17,8	96	755,64
	Rieussec	53,5					
11h 20m	Prony	53,7	53,9	in Villejuif	17,2	98	756,62
	Mathieu	54,0		in Montlhéry	18,3	94	754,60
	Arago	54,0		Mittel . .	17,8	96	755,61
	Rieussec	54,0					
11h 40m	Prony	53,8	53,7	in Villejuif	16,5	100	756,56
	Mathieu	53,8		in Montlhéry	18,5	94	754,60
	Arago	53,7		Mittel . .	17,5	97	755,58
	Rieussec	53,7					
12h 0m	Prony	53,8	53,6	in Villejuif	17,8	99	756,56
	Mathieu	53,5		in Montlhéry	18,7	94	754,60
	Arago	53,7		Mittel . .	18,2	97	755,58
	Rieussec	53,6					

Schüsse mit 1 Kilogr.			Mittlere Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.		Hygrometer.	Barometer.
				in Villejuif	18,2°	98°	756,56mm
12h 20m	Brony	53,8s		in Montlhéry	—	94	754,60
	Mathieu	53,6	53,7s	Mittel . .	18,2	94	755,58
	Arago	53,7					
	Rieussec	53,7		in Villejuif	17,9	94	756,56
12h 40m	Brony	53,7		in Montlhéry	—	94	754,60
	Mathieu	53,7	53,7	Mittel . .	17,9	94	755,58
	Arago	53,7					
	Rieussec	53,8					
Mittel . . .			53,72s		17,9°	96°	755,59mm

Schüsse mit 1,5 Kilogr.			Mittlere Zeit der Fortpflanzung.	Thermometer.		Hygrometer.	Barometer.
				in Villejuif	17,2°	98°	756,66mm
11h 9m	Brony	53,7s		in Montlhéry	18,3	93	754,60
	Mathieu	54,0	53,9s	Mittel . .	17,8	95	755,63
	Arago	54,0					
	Rieussec	54,0		in Villejuif	17,0	98	756,59
11h 30m	Brony	53,7		in Montlhéry	18,0	94	754,60
	Mathieu	54,0	53,8	Mittel . .	17,5	96	755,59
	Arago	53,8					
	Rieussec	53,8		in Villejuif	16,6	100	756,56
11h 50m	Brony	53,6		in Montlhéry	18,6	94	754,60
	Mathieu	54,0	53,8	Mittel . .	17,6	97	755,58
	Arago	53,7					
	Rieussec	53,7		in Villejuif	17,8	97	756,56
12h 10m	Brony	53,7		in Montlhéry	—	94	754,60
	Mathieu	53,5	53,6	Mittel . .	17,8	95	755,58
	Arago	53,5					
	Rieussec	53,8		in Villejuif	17,5	95	756,51
12h 50m	Brony	53,7		in Montlhéry	—	94	754,60
	Mathieu	53,7	53,8	Mittel . .	17,5	94	755,55
	Arago	54,1					
	Rieussec	53,8					
Mittel . . .			53,78s		17,6°	95°	755,58mm

Nachdem wir alle Details der Versuche mitgetheilt haben, erübrigt nur noch die Darlegung der Resultate, die sich daraus herleiten lassen.

Während unseres Aufenthaltes zu Villejuif am 21. Juni benutzten wir einen ausgezeichneten Gambey'schen Theodolit, um diese

Station zunächst mit Montlhéry und mit der Mühle von Fontenay, zweien Eckpunkten eines der Dreiecke der alten verificirten Meridianmessung, und dann mit dem Pantheon, der Sternwarte, der Pyramide des Montmartre und dem Invalidenhause zu verknüpfen. Nach der Rückkehr auf die Sternwarte maßen wir gleichfalls die Winkel zwischen diesen verschiedenen Punkten mittelst eines Azimutalkreises, der an dem unteren Theile der Axe des großen Repetitionskreises von Reichenbach angebracht ist. Diese Messungen haben mir gestattet, auf verschiedene Weise den Abstand der Kanone in Villejuif von der Kanone in Montlhéry zu berechnen; ich habe dafür erhalten 9549,6 Toisen (18612,51982 Meter). Durch Division dieser Größe mit 54,6, der mittleren Anzahl von Secunden, welche der Schall gebrauchte, um den Abstand zwischen beiden Stationen zurückzulegen, ergibt sich 174,90 Toisen (340,885 Meter) für den während der Versuche am 21. Juni vom Schalle in einer Sexagesimalsecunde zurückgelegten Raum.

Suchen wir nun den Gesammtfehler, womit dies Resultat behaftet sein kann:

Die einzelnen durch verschiedene Combinationen erhaltenen Werthe der Entfernung von Villejuif bis Montlhéry stimmen so gut unter einander überein, daß ich behaupten darf, die Unsicherheit der geodätischen Messung beträgt nicht 2 Toisen (3,90 Meter); 2 Toisen durch 54,6 getheilt würden als Quotienten nur $^4/_{100}$ Toisen (0,07 Meter) geben.

Ich glaube ferner nicht zu übertreiben, wenn ich annehme, daß die zur Fortpflanzung des Schalles von einer Station zur anderen verbrauchte Zeit durch das Mittel aus den Resultaten bis auf $^2/_{10}$ Secunden genau erhalten worden ist; eine Aenderung von 0,2 im Divisor 54,6 würde das Resultat nur um $^{64}/_{100}$ Toisen (1,247 Meter) ändern.

Es bleibt noch der schwieriger zu veranschlagende Fehler übrig, der von einem Mangel an Gleichzeitigkeit der Beobachtungen herrühren kann. Wir haben gegenseitige Schüsse als das einzige Mittel, um bei diesen Versuchen den Einfluß der Geschwindigkeit des Windes zu beseitigen, angegeben; sollte es aber dazu nicht nöthig sein, daß das

Abfeuern auf beiden Stationen genau gleichzeitig erfolge? Wenn man bedenkt, daß der Wind stets intermittirend ist, daß zwischen zwei starken Stößen oft Augenblicke vollständiger Ruhe liegen, wird man dann nicht die Zeiträume von 5 Minuten zwischen den Schüssen in Villejuif und denen in Montlhéry, die wir nichtsdestoweniger als correspondirende Schüsse combiniren zu dürfen geglaubt haben, zu beträchtlich finden? Weit entfernt, diese Einwürfe abschwächen zu wollen, werde ich sogar hinzufügen, daß in gewissen Fällen die Schüsse zweier Stationen in derselben Secunde erfolgen könnten, ohne daß die halbe Summe der beiden Fortpflanzungszeiten vom Winde unabhängig wäre. Gesetzt nämlich, am 21. Juni hätte ein Windstoß aus Norden in Villejuif gerade im Augenblicke des Abfeuerns des Geschützes begonnen: der Schall schneller als der Wind, würde sich von dieser Station nach Montlhéry wie in einer ruhigen Atmosphäre fortgepflanzt haben, während der in derselben Secunde von Montlhéry abgegangene Schall dem ihm entgegenwehenden Nordwinde vor seiner Ankunft in Villejuif begegnet und dadurch in seinem Fortschreiten mehr oder weniger aufgehalten worden wäre. Hieraus muß man schließen, daß eine beständige und ruhige Witterung zu solchen Versuchen unumgänglich nothwendig ist. Wenn man nun die Uebereinstimmung der einzelnen Resultate, sowohl in der Fortpflanzung des Schalles von Villejuif nach Montlhéry als auch in der entgegengesetzten Richtung, und die geringe Abweichung der Mittel in Betracht zieht, so wird man sehen, daß es in der doppelten Beziehung der Gleichförmigkeit und der geringen Stärke des Windes schwierig sein dürfte, günstigere Umstände zu finden, als die, unter denen wir am 21. Juni operirt haben. Vielleicht ist es nicht überflüssig hier noch beizufügen, daß wir die Schüsse mit 1 und mit 1,5 Kilogr. Pulver erst unterschiedslos combinirt haben, als wir in der Tabelle der Versuche vom 22. Juni erkannt hatten, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bei allen Ladungen genau dieselben sind.

Nach diesen Erörterungen scheint es also nicht, als ob man den Fehler, womit unser Endresultat behaftet sein kann, auf mehr als $^1/_2$ Toise oder 1 Meter veranschlagen dürfe. Die Correction wegen der Temperatur beträgt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermo-

meters 0,321 Toise (0,626 Meter). Daraus wird folgen, daß die Geschwindigkeit des Schalles so groß ist, daß er bei einer Temperatur von 10° C. 173,01 Toisen oder 337,2 Meter in einer Sexagesimalsecunde durchlaufen muß.

Die beiden einzigen gegenseitigen Schüsse (wenn man überhaupt in Zwischenzeiten von 35 Minuten abgefeuerte Schusse so nennen kann), welche am 14. und 16. März 1738 von den pariser Akademikern beobachtet wurden, geben als mittlere Geschwindigkeit 172,56 Toisen (336,274 Meter). Die Temperatur (wir können sie nur auf ungefähr 1° angeben) mußte gegen + 6° C. sein. Reduciren wir, wie eben zuvor, das Resultat des Versuchs auf + 10° C., so erhalten wir als Geschwindigkeit 173,84 Toisen (339,42 Meter); eine Zahl, die, wie man sieht, unsere Bestimmung um $^{83}/_{100}$ Toisen (2,2 Meter) übertrifft.

Am 22. Juni langte nach der einzigen zu Montlhéry von den Herren Gay-Lussac und Bouvard gemachten Beobachtung der Schall von Villejuif in 54,3^{s} daselbst an. Diese Zahl, mit den in der zweiten Tabelle (S. 9) angeführten Bestimmungen combinirt, würde eine um $^{1}/_{99}$ größere Geschwindigkeit geben, als Tags zuvor gefunden wurde. Allerdings zeigte am 22. Juni das Hygrometer eine beträchtlich größere Feuchtigkeit, und war die Temperatur um 2° gestiegen; indeß erklären diese beiden Ursachen, deren Wirkungen man leicht berechnen kann, nur einen Theil der Differenz. Der Rest rührt vielleicht von einer Aenderung her, welche die Feuchtigkeit in jenem Verhältnisse der beiden specifischen Wärmen der Luft erzeugt, mit deren Quadratwurzel die Newton'sche Formel multiplicirt werden muß. Es ist ferner nach einer Conjectur von Laplace möglich, daß die Wellenbewegungen der Luft, welche den Schall bilden, wenn der Zustand der Luft, wie am 22. Juni, dem äußersten Feuchtigkeitsgrade sehr nahe ist, einen Niederschlag des Dampfes und folglich ein Freiwerden von Wärme veranlassen. Was die so merkwürdigen Intensitätsunterschiede betrifft, welche die Kanonenschüsse stets dargeboten haben, je nachdem ihr Schall sich von Norden nach Süden (von Villejuif nach Montlhéry), oder von Süden nach Norden (von der zweitgenannten Station zur ersten) fortpflanzte, so will ich sie jetzt nicht zu erklären suchen,

weil ich dem Leser doch blos Vermuthungen ohne alle Beweise vorlegen könnte. Zum Schlusse dieser Notiz will ich nur hinzufügen, daß alle in Montlhéry abgefeuerten Schüsse daselbst von einem donnerähnlichen Rollen, das 20 bis 25 Secunden anhielt, begleitet waren. In Villejuif zeigte sich nichts Aehnliches; es ist uns nur vier Mal vorgekommen, daß in weniger als 1 Secunde Zwischenzeit zwei getrennte Schläge der Kanone in Montlhéry gehört wurden. In zwei anderen Fällen war der Kanonenschuß von einem längeren Rollen begleitet. Diese Vorgänge traten stets nur im Augenblicke der Erscheinung von Wolken ein; bei vollständig heiterem Himmel war der Schall ein einziger und augenblicklicher. Sollte es nicht erlaubt sein, hieraus zu schließen, daß in Villejuif die mehrfachen Schläge der Kanone von Montlhéry durch an den Wolken gebildete Echos entstanden, und aus dieser Thatsache ein günstiges Argument für die Erklärung zu entnehmen, welche einige Physiker von dem Rollen des Donners gegeben haben?

Spannkräfte der Luft und des Wasserdampfes.

Darlegung der gemeinschaftlich mit Dulong von 1825 bis 1829 im Auftrage der Akademie der Wissenschaften zur Bestimmung der Spannkräfte des Wasserdampfes bei hohen Temperaturen ausgeführten Untersuchungen.

Als im Anfange dieses Jahrhunderts der Gebrauch der Dampfmaschinen allgemeiner zu werden begann, zogen die zahlreichen Unglücksfälle sehr bald die öffentliche Aufmerksamkeit auf sich. Die Regierung, durch die Häufigkeit solcher Vorfälle beunruhigt, fragte die Akademie der Wissenschaften um Rath über die Mittel, welche ohne die Entwickelung der Industrie oder die Unternehmungen des Handels zu hemmen, zur Verhütung von Explosionen der Dampfkessel am geeignetsten wären. Nach einer eingehenden Discussion, die nicht weniger als drei Sitzungen ausfüllte, nahm die Akademie am 14. April 1823 die Vorschläge eines Berichtes an, der ihr von Dupin im Namen einer aus Laplace, Prony, Ampère, Girard und Dupin (Berichterstatter) bestehenden Commission vorgelegt wurde. Gay-Lussac, dessen Ansichten in mehreren Beziehungen von den in dem Berichte angenommenen Grundsätzen abwichen, hatte gebeten, aus der Commission austreten zu dürfen. Die von der Majorität der Akademie angenommenen Anträge lauteten folgendermaßen:

„1) An den Kesseln der Dampfmaschinen werden zwei Sicherheitsventile angebracht. Das eine derselben wird dergestalt gelegt,

daß der Heizer und Wärter der Maschine nicht dazu kommen kann; das andere bleibt zu seiner Verfügung, damit er nöthigenfalls den Druck auf dieses Ventil vermindern kann, während er denselben vergeblich zu vergrößern suchen würde, weil das ihm nicht zugängliche Ventil bei einer niederern Grenze, als die er unklugerweise erreichen will, dem Dampfe bereits einen Austritt gestattet.

„2) Wir schlagen vor, daß man mittelst der hydraulischen Presse die Widerstandsfähigkeit aller Dampfkessel prüfe, indem man sie einem vier- bis fünfmal größeren Drucke als demjenigen, den sie bei dem gewöhnlichen Gange der Maschine aushalten sollen, aussetzt, so lange der Druck zwischen zwei und vier Atmosphären liegt; und daß über diese Grenze hinaus der zur Prüfung angewandte Druck so vielmal größer sei, als die bei dem normalen Gange der Maschine vorhandene Spannkraft des Dampfes, als diese normale Spannung selbst den einfachen Atmosphärendruck übertrifft.

„3) Wir schlagen vor, daß jeder Verfertiger von Dampfmaschinen gehalten sei, seine Prüfungsmittel und Alles, was für die Festigkeit und Sicherheit der Maschine, besonders des Kessels und seiner Anhänge, Garantie leisten kann, zur Kenntniß zu bringen; er muß der Behörde ebenso wie dem Publicum den normalen Druck angeben, unter welchem die Maschinen zu arbeiten bestimmt sind.

„4) Man soll die Kessel von Dampfmaschinen, die sich in der Nähe irgend einer Wohnung befinden, mit einer Umfassungsmauer umgeben, falls diese Maschinen eine so große Kraft besitzen, daß ihre Explosion die Zwischenwand zwischen dieser Wohnung und dem Standorte der Maschine einschlagen könnte. Es scheint, als ob in allen Fällen der Abstand der Umfassungsmauer von der Zwischenwand auf 1 Meter, die Dicke der Umfassungsmauer ebenfalls auf 1 Meter, und auch der Abstand dieser letztern vom Kessel auf 1 Meter reducirt werden kann.

„Die Commission schlägt noch vor, die Behörde zu veranlassen, über alle an den Dampfmaschinen jeglichen Systems vorgekommenen Unglücksfälle ein genaues Verzeichniß zu halten und dasselbe zu veröffentlichen, wobei die Wirkungen und Ursachen solcher Ereignisse,

der Name der Fabrikbesitzer, wo dieselben eingetreten sind, und der Name des Verfertigers der Maschine erwähnt werden. Dies ist von allen Mitteln das wirksamste, um die Anzahl der Unglücksfälle, die aus der Anwendung von Dampfmaschinen mit einfachem, mittlerem und hohem Drucke entstehen können, zu vermindern."

Am 9. October 1823 erschien eine königliche Ordonnanz, welche die von der Akademie vorgeschlagenen Maaßregeln obligatorisch machte, und außerdem die Anwendung leichtflüssiger Metallplatten vorschrieb; letztere sollten bei 10 bis 20° höheren Temperaturen, als die der Spannung des Dampfes während des normalen Ganges der Maschine entsprechenden, schmelzen. Indeß erkannten die Ingenieure des Brücken- und Wegebaues, sowie die des Bergbaues, welche speciell mit der Ausführung dieser Ordonnanz beauftragt waren, bald, daß es unmöglich war, die letztere Vorschrift der Verordnung zu erfüllen, weil über die den verschiedenen Temperaturen entsprechenden Spannkräfte des Wasserdampfes nur unsichere Angaben vorlagen. Die Regierung wandte sich daher von Neuem an die Akademie, und Dulong las am 19. Juli 1824 im Namen der früheren Commission, der er beigegeben worden war, einen Supplementarbericht, worin eine provisorische bis auf acht Atmosphären sich erstreckende Tabelle aufgestellt war, um als Grundlage zur Bestimmung der Schmelzpunkte zu dienen, welche die leichtflüssigen Scheiben je nach dem Drucke, für welchen die Maschine construirt war, besitzen mußten. Dulong erklärte aber außerdem, daß zur vollständigen Lösung der Fragen, welche das von der Verordnung aufgestellte Problem angeregt hatte, neue, langwierige, mühsame und kostspielige experimentelle Untersuchungen vorgenommen werden müßten. Die Regierung veranlaßte die Akademie diese Arbeit zu unternehmen; dieselbe ward einer Commission anvertraut, deren Zusammensetzung während der langen Dauer ihres Bestehens einige Aenderungen erlitten hat, und die schließlich aus Prony, Ampère, Girard, Dulong und mir bestand. Dulong wurde besonders mit der Construction und der Aufstellung der Apparate beauftragt; sämmtliche Beobachtungen sind von diesem geschickten Physiker und mir ausgeführt worden. Dulong faßte dann den Bericht ab, der am 30. November 1829 von der Akademie angenommen wurde. In meinem Aufsatze über die Explosionen

der Dampfmaschinen *) habe ich die für die Praxis bestimmte Tabelle, wie sie aus unseren Untersuchungen folgte, mitgetheilt; sie gibt die Spannkräfte des Wasserdampfes und die entsprechenden Temperaturen nach der Beobachtung von 1 bis 24, und nach der Rechnung von 24 bis 50 Atmosphären.

Ich will mich hier nicht in das Detail aller Operationen einlassen, welche Dulong und ich ausführen mußten; ebenso wenig als ich die Gründe erörtern werde, welche die Commission zur Annahme der Formel

$$t = \frac{\sqrt[5]{f} - 1}{0,7153}$$

für die Berechnung der Temperatur als Function der Spannkraft des Dampfes bewogen haben. In dieser Formel bedeutet t die Temperatur in hunderttheiligen Graden, von 100° aus gerechnet und als Einheit jedes Intervall von 100° genommen, während f die Spannkraft in Atmosphärendrucken von 0,760 Meter darstellt. Es ist derjenige algebraische Ausdruck, welcher die mit der Erfahrung am besten übereinstimmenden Resultate liefert.

In Dulong's Berichte **) findet man einen vollständigen historischen Ueberblick über alle Versuche, welche von uns unternommen wurden, um das uns gestellte Problem zu lösen. Ich werde nicht weiter darauf zurückkommen, als nur um meinen berühmten Freund gegen Angriffe, die kurze Zeit vor seinem Tode gedruckt worden waren, zu vertheidigen; ich werde die Darlegung wiederholen, die ich damals vor der Akademie der Wissenschaften gab. Zuvor will ich aber die von uns angewandten Apparate und Operationsverfahren beschreiben; dies ist der Theil der Arbeit, den wir gemeinschaftlich gemacht haben; ich folge in dieser Beschreibung fast wörtlich den Ausdrücken in Dulong's Berichte.

Der anzuwendende Apparat hätte auf zwei wesentliche Theile reducirt werden können: einen Dampfkessel, welcher den Dampf lie-

*) Bd. 5. der sämmtlichen Werke, S. 95 und 96.

**) Mémoires de l'Acad. des sciences, Bd. X, S. 193, und Annales de chimie et de physique, 2. Sér. Bd. 43, S. 74.

ferte, und eine Glasröhre zur Aufnahme der Quecksilbersäule, welche der Spannkraft des Dampfes das Gleichgewicht halten konnte. Es stand aber, wenn man auf diese Weise zu experimentiren versuchte, zu fürchten, daß die zu schnelle Zunahme der Dampfspannung, besonders aber die plötzliche Verminderung, welche jedes Mal, wenn man die einer beobachteten Temperatur entsprechende Grenzspannung erreicht hatte, dem Oeffnen des Sicherheitsventils folgen mußte, ähnliche Stöße wie die des hydraulischen Widders erzeugen würde. Solche Stöße hätten für die zerbrechlichsten Theile der Apparate gefährlich werden, und das Verschütten und den Verlust einer beträchtlichen Masse Quecksilber herbeiführen können: die Klugheit gebot, sich gegen einen derartigen Unfall sicher zu stellen. Um ihm zu entgehen, haben wir ein Manometer angewandt, um als vermittelndes Maaß oder als Vergleichungsskale zu dienen.

Locale Verhältnisse haben überdies die Ausführung der Graduirung eines Luftmanometers zu einer absoluten Nothwendigkeit gemacht. Damit war in wissenschaftlicher Beziehung der sehr große Vortheil verbunden, daß wir Veranlassung hatten, gleichzeitig mit der Lösung der uns gestellten Aufgabe eins der nützlichsten physikalischen Gesetze, das man nur durch Induction auf sehr hohe Drucke ausgedehnt hatte, zu bestätigen: ich meine die Beziehung zwischen dem Volumen eines Gases und dem entsprechenden Drucke, die unter dem Namen des Mariotte'schen Gesetzes bekannt ist.

Man mußte also damit beginnen, das Manometer zu graduiren, d. h. man mußte die Längen der Quecksilbersäulen messen, welche den verschiedenen Spannkräften einer und derselben Luftmasse, die successive auf kleinere und bei den aufeinanderfolgenden Versuchen wenig verschiedene Volumina zusammengedrückt wurde, das Gleichgewicht zu halten vermochten.

Versuche, welche die unmittelbare Messung einer Quecksilbersäule von 25 bis 27 Meter Höhe erforderten, konnten nicht überall ausgeführt werden; es mußte durchaus ein sehr hohes Gebäude gefunden werden, dessen innere Einrichtung die Aufstellung der für Errichtung der Quecksilbersäule und ihre Beobachtung nöthigen Gerüste gestattete. Wir hatten zuerst daran gedacht, die Röhre an der äußeren Fläche

einer der Mauern des Observatoriums anzubringen; als wir aber einerseits die Kosten, welche das Gerüst veranlaßt haben würde, sowie andererseits die Gefahr, unsere Instrumente aller Unbill der Witterung auszusetzen, erwogen, gaben wir diesen Vorsatz auf, besonders als wir ein anderes Gebäude fanden, das günstigere Bedingungen darzubieten schien.

In den Gebäuden des Collége Henri IV. findet sich ein viereckiger Thurm eingeschlossen, der einzige Ueberrest der ehemaligen Kirche St. Genovefa; in seinem Innern liegen drei in ihrem Centrum durchbrochene Gewölbe, welche Einrichtung festere Stützpunkte für die Errichtung des Gerüstes zu gewinnen gestattete. Da das Collége dieses Local für seine Zwecke nicht benutzte, richteten wir an den Director der Anstalt und an die Verwaltung der öffentlichen Gebäude die Bitte um Ueberlassung desselben, und erhielten nach Erfüllung der erforderlichen Formalitäten die Berechtigung, unsere Apparate darin aufzustellen.

Mitten im Thurme war vertical eine auf ihrer vordern Fläche recht ebene Säule aufgerichtet, die aus drei Stücken Tannenholz von 0,15 Meter ins Gevierte bestand, welche in der Verlängerung nach dem Jupitersschnitt an einander gekämmt oder geplattet waren, und durch eiserne Bänder an den Gewölben und dem ehemaligen Glockenstuhle in solider Weise befestigt wurden. Durch die vielfachen Befestigungen vermied man die Biegungen, welche die Glassäule, die daran angebracht werden sollte, hätten zerbrechen können.

Die von uns angewandte Glassäule bestand aus 13 eigens auf der Hütte in Choisy angefertigten Röhren von Krystallglas; jede Röhre war 2 Meter lang, hatte 5 Millimeter im Durchmesser und ebensoviel in der Dicke. Die Herren Thibaudeau und Bontemps, Directoren dieser durch ihre Nähe an der Hauptstadt für die Künste so äußerst nützlichen Anstalt, zeigten sich mit einer Gefälligkeit, die wir nicht genug rühmen können, zu allen Proben bereit, die wir anstellen mußten, sowohl um die Röhren eines hinreichenden Widerstandes fähig zu machen, als auch um sie trotz ihrer großen Dicke, ohne von selbst zu springen, die Temperaturschwankungen der Atmosphäre ertragen zu lassen.

Zur Aufstellung dieser langen Glassäule schien es uns nothwendig ein Mittel zu finden, die untern Röhren von dem Gewichte der obern

Röhren und Verbindungsringe, das zu ihrem Zerbrechen mehr als hinreichend gewesen sein würde, zu entlasten. Wir hatten anfangs daran gedacht, jeden Verbindungsring auf Gabeln, die an dem verticalen Balken befestigt wären, ruhen zu lassen, und dem Zerbrechen der Röhren, das aus der ungleichen Ausdehnung ihrer Masse und der Masse ihres Trägers entspringen konnte, durch Anwendung von Compensationsstangen zu begegnen. Wir hatten auch bereits die Ausdehnungscoefficienten der Substanzen bestimmt, deren Wirkungen einander entgegengesetzt werden sollten, als uns ein anderes einfacheres Mittel einfiel, das auch vollständig zum Ziele geführt hat.

Die Glasröhren wurden durch Ringe vereinigt, deren verticalen Durchschnitt Fig. 1 darstellt.

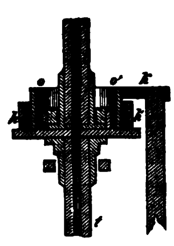


Fig. 1. Verbindung der Glasröhren in dem Apparate von Arago und Dulong zur Bestätigung des Mariotte'schen Gesetzes.

Der obere Ring stützte sich mit einer ebenen Fläche auf ein Leder, welches den Boden des untern Ringes bedeckte; eine Schraubenmutter, die mit einem Schlüssel angezogen werden konnte, machte es möglich, die Berührungsflächen so auf einander zu pressen, daß sie einem sehr starken innern Drucke zu widerstehen vermochten.

Der aufgerichtete Rand hh' war zur Aufnahme eines Kittes bestimmt, den man auf die Verbindungsstelle goß, um nöthigenfalls das Durchdringen des Quecksilbers zu verhindern, und gleichzeitig um die auf ihrer oberen Fläche ebene Zunge k, die bei der Messung der Höhen als Marke diente und an einem besondern Stücke oo' saß, horizontal zu stellen.

Die untere Röhre t wurde von einer eisernen Gabel cc' gehalten (Fig. 2 und 3), deren Lappen mittelst Schrauben auf der

vordern Fläche des Balkens befestigt war. Mittelst der Schraube t' hielt man den Ring in einer fast unveränderlichen Lage, indem man ihm gerade nur so viel Spielraum ließ, als nöthig war, um den Schwankungen der Temperatur folgen zu können. Die seitlichen Erschütterungen waren dadurch vollständig vermieden.

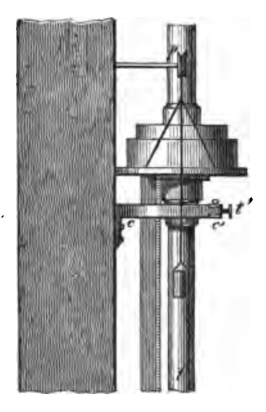


Fig. 2. Befestigung der Glasröhren an dem Balken (verticaler Durchschnitt).

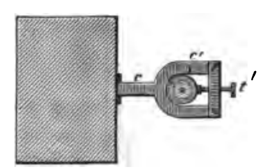


Fig. 3. Befestigung der Glasröhren an dem Balken (Querschnitt).

Um die untern Röhren von dem Gewichte der ganzen übrigen Säule zu entlasten, waren über jedem Ringe zwei Rollen p, p' (Fig. 2, 4 und 5) am Balken angebracht, über welche Schnüre gingen, die mit ihrem einen Ende an dem unmittelbar darunter liegenden Ringe befestigt waren, und am andern ein kleines Eimerchen aus Weißblech trugen, in das man Bleischrot warf, bis die Gesammtbelastung dem Gewichte jedes Ringes und der von ihm getragenen Röhre fast das Gleichgewicht hielt.

Bei dieser Anordnung, die in Fig. 5 perspectivisch dargestellt ist, wurden die untern Röhren nicht stärker gedrückt als die obern; die

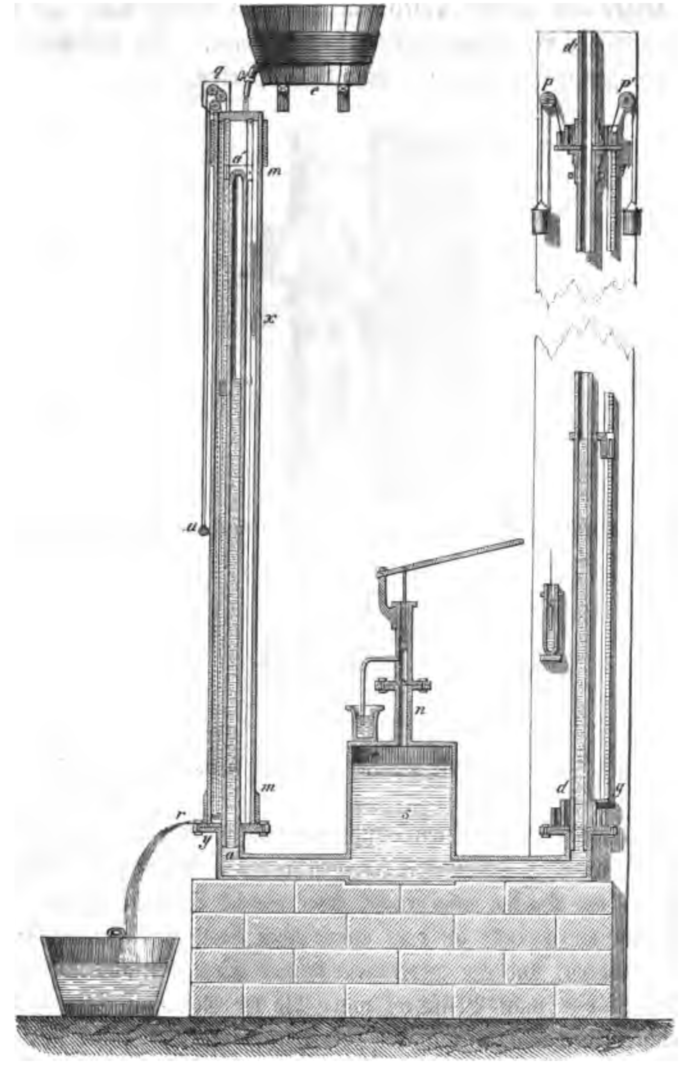


Fig. 4. Ansicht des Apparats von Dulong und Arago zur Bestätigung des Mariotte'schen Gesetzes (verticaler Durchschnitt).

ganze Säule ließ sich wie ein Stück mit der geringsten Anstrengung in verticaler Richtung bewegen, was die Manipulationen, welche behufs ihrer Verbindung mit den übrigen Theilen des Apparates nöthig werden konnten, sehr leicht machte.



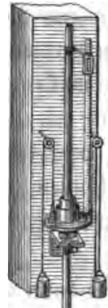


Fig. 5. Perspectivische Ansicht der Aufhängungsweise, welche das Zerdrücken der untern Röhren durch die obern zu verhindern bestimmt ist.

Aus Fig. 4 sieht man, daß der erste Ring auf einer der Seitenöffnungen eines gußeisernen Gefäßes mit drei Ansätzen, das eine Wanddicke von 2 Centimeter hatte, und 50 Kilogramme Quecksilber faßte, angebracht war. Auf einer andern der ersten gegenüber liegenden Oeffnung befand sich das Manometer; ein wesentlicher Theil des Apparates, von dem wir eine detaillirte Beschreibung geben müssen, um den Grad der Genauigkeit, den es in seinen Angaben zuließ, würdigen zu können.

Das Manometerrohr aa′ (Fig. 4) besaß denselben Durchmesser und dieselbe Dicke, wie die Röhren der Säule dd′; seine Länge betrug

aber nur 1,7 Meter. Vor seiner Einfügung in den Apparat ward es mit großer Sorgfalt graduirt, jedoch ohne einen Strich auf seiner äußern Oberfläche zu ziehen, weil es sehr starken Drucken ausgesetzt werden sollte; zwei kleine mit Firniß auf die äußere Wand aufgeklebte Stanniolstückchen dienten als Marken. Nachdem das Rohr am untern Ende vor der Lampe zugeschmolzen war, verengerte man es nahe am andern, und ließ nur einen sehr kleinen Canal mit so dünnen Wänden übrig, daß sie leicht mittelst des Löthrohrs geschmolzen werden konnten. Darauf wurde dies Rohr an einem verticalen Brete neben einem eingetheilten mit Visir und Nonius versehenen Maaßstabe in der Stellung selbst angebracht, die es während des Versuchs einnehmen sollte, und dann eine Tabelle über die in der ganzen Erstreckung der Röhre einem und demselben Volumen Quecksilber entsprechenden Längen entworfen. Wir übergehen eine Menge von Details, welche die mit dergleichen Operationen vertrauten Personen sich leicht denken können, mit Stillschweigen, und wollen nur anführen, daß dies Verfahren gewählt worden war, um den ziemlich großen Fehler zu vermeiden, der bei hohen Drucken aus der converen Gestalt der Quecksilberoberfläche hätte entstehen können, wenn die Messung des Volumens nicht unter denselben Umständen ausgeführt worden wäre wie die Graduirung.

Das Manometerrohr wurde dann unten abgeschnitten, und während es an seinem obern Theile noch den zuvor erwähnten engen Canal trug, in den eisernen Ring bb′ (Fig. 6) eingekittet. Um den Druck zu

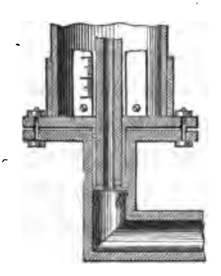


Fig. 6. Einfügung des Manometerrohrs in die mit der Druckpumpe communicirende Leitung.

vermindern, den es bei dem Versuche auszuhalten haben würde, besaß der Boden dieses Ringes nur eine Oeffnung so groß wie der Querschnitt der Flüssigkeitssäule, die getragen werden sollte. Ohne diese Anordnung, welche den gegen die ringförmige Fläche des Glases ausgeübten Druck beseitigte, würde der Kitt nicht haben Widerstand leisten können und das Rohr herausgerissen worden sein. Dieselbe Vorsicht war bei den Röhren der großen Säule dd' (Fig. 4) angewandt worden.

Ehe das Manometerrohr an seinen Platz gebracht wurde, war es inwendig ausgetrocknet worden; der größern Sicherheit wegen goß man aber in das gußeiserne Gefäß eine hinreichende Menge Quecksilber, so daß es 2 bis 3 Centimeter über der untern Oeffnung des Rohres stand, und sog dann mittelst einer Luftpumpe lange Zeit einen Strom trockner Luft durch dieselbe hindurch, der durch den am obern Ende noch existirenden Kanal ein-, und unten durch das flüssige Metall austrat. Als man glaubte annehmen zu dürfen, daß keine Spur von Feuchtigkeit mehr zurückgeblieben, schmolz man mit der Spitze der Löthrohrflamme das Capillarrohr an einem bei der Graduirung bezeichneten Punkte zu; auf diese Weise war das Manometer geschlossen und mit trockner Luft gefüllt. Diese mit Geschick ausgeführte Operation konnte keinen merklichen Fehler veranlassen; man hat sich davon außerdem überzeugt, indem man nach Beendigung der Versuche die Graduirung verificirte.

In einer durch die Axe des Manometerrohres gehenden Ebene erhoben sich beiderseitig zwei verticale flache Stäbe von Messing, deren einer in Millimeter getheilt war und einen Nonius trug, der an einem Visir, wie es an dem Fortin'schen Barometer üblich ist, befestigt war. Diese Stäbe waren oben an einem kupfernen Querstück und unten auf der Scheibe des Ringes befestigt.

Da die Aenderungen in der Temperatur der Luft sich erst in ziemlich langer Zeit einer Glasmasse von einigen Millimetern Dicke mittheilen, so würden wir uns in steter Ungewißheit über die wahre Temperatur der in dem Manometer eingeschlossenen Luft befunden haben, wenn das Glasrohr der freien Luft ausgesetzt gewesen wäre. Das einzige Mittel, demselben in allen seinen Theilen einen und denselben leicht zu bestimmenden Wärmegrad zu ertheilen, bestand darin, es

mitten in eine Wassermasse zu stellen, die fortwährend in rascher Bewegung erhalten wurde, damit nicht die in verschiedenen Höhen gelegenen Schichten ungleiche Temperaturen annähmen.

Zu diesem Zwecke diente der Glascylinder mm' (Fig. 4, S. 22), welcher das Manometerrohr mit den beiden seitlichen Stäben umgibt. Ein Wasserstrahl floß ununterbrochen aus einem höher stehenden Reservoir e, durchlief rasch die ganze Länge des Manometers und entwich dann durch den unten gelegenen Hahn r.

Da das Wasser im Reservoir überdies mit der umgebenden Luft gleiche Temperatur besaß, so mußte die in dem Manometerrohre enthaltene Luft in allen ihren Theilen eine gleichförmige Temperatur besitzen, die man durch ein mitten in der umgebenden Flüssigkeit aufgehangenes Thermometer x bestimmte. In u, q, y erblickt man den Mechanismus, welcher nöthig war, um das Visir bei jeder Beobachtung auf das Niveau der Quecksilberkuppe einzustellen. Er besteht aus einer seidenen Schnur, deren beide Enden an das bewegliche Stück angeknüpft sind, die über die drei oberen und über die untere Rolle hinweggeht, und sich dann über den äußern Wirbel u schlägt, so daß es genügt, den letztern in der einen oder andern Richtung zu drehen, um das Visir und den daran sitzenden Nonius zu heben und zu senken.

Aus dieser Beschreibung ersieht man, daß diese Beobachtungsweise dieselbe Genauigkeit gestattet, wie die Messung der Barometerhöhen in dem Fortin'schen Instrumente. Fügen wir noch hinzu, daß dieser geschickte Künstler selbst diesen Theil des Apparates construirt hatte, so ist damit die stärkste Garantie für die Vollkommenheit gegeben, in welcher er ausgeführt worden war.

Endlich konnte ein dritter Ansatz n des gußeisernen Gefäßes nach Belieben eine Luft- oder Wasserdruckpumpe aufnehmen. Anfangs bedienten wir uns der erstern, um keine Feuchtigkeit in dem eisernen Gefäße zu haben; da wir aber später fanden, daß die Höhe der in demselben enthaltenen Quecksilbersäule hinreichend war, den Uebergang des Wassers ins Manometer zu verhindern, so haben wir ihr die viel bequemere Wasserpumpe substituirt.

Wir begannen damit, das anfängliche Volumen der Luft im Manometer und ihre Spannkraft bei einer bekannten Temperatur zu

bestimmen. Um das Volumen zu erhalten, beobachteten wir zuerst den Punkt auf dem Maaßstabe, welchem der Gipfel der Quecksilbersäule entsprach, und berechneten dann hieraus mittelst der oben (S. 24) erwähnten Graduirungstabelle den zugehörigen Rauminhalt. Die Spannung bestand aus der jedesmaligen Höhe des Barometers im Augenblicke der Beobachtung und aus dem Niveauunterschiede der beiden Quecksilbersäulen in der großen verticalen Röhre und in dem Manometerrohre selbst; dieser Unterschied wurde mittelst des schon von Dulong und Petit bei ihren schönen Untersuchungen über die Messung der Temperaturen und über die Gesetze der Mittheilung der Wärme, denen die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1818 den großen physikalischen Preis zuerkannte, angewandten Mikrometers gemessen.

Dies Instrument (Fig. 7) besteht aus einer dicken messingenen

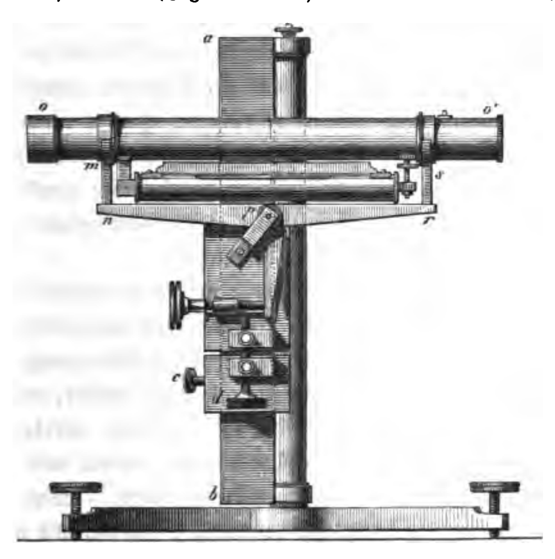


Fig. 7. Mikrometer zur Messung der Niveauunterschiede des Quecksilbers in der großen verticalen Röhre und in dem Manometerrohre.

Schiene ab, längs deren sich mittelst sanfter Reibung ein Messingstück mnprs verschieben läßt, das an seinen beiden Enden m und s zwei ringförmige Lager trägt, in welchen sich das in seinem Brennpunkte

mit einem horizontalen Faden versehene Mikrometerfernrohr oo′ dreht. An dem Fernrohre ist ein sehr empfindliches Niveau mit Luftblase aufgehangen, dessen graduirte Röhre zur Regulirung der optischen Axe dient. Das messingene Stück mnprs kann zwei Bewegungen annehmen: eine sehr schnelle, wenn man die seitliche Schraube c löst, und eine sehr allmäliche durch die Einstellungsschraube d. Das ganze Instrument endlich ist um eine verticale Axe drehbar, die auf einer dicken dreiseitigen, an jeder Ecke mit einer Stellschraube versehenen messingenen Platte ruht.

Die Einrichtung dieses Instrumentes gestattet, wie man sieht, den Höhenunterschied zweier Punkte zu messen, die nicht in derselben Verticale liegen; man hat dazu nur nöthig, das Fernrohr erst auf den einen Punkt zu richten, dann das Instrument um die Axe zu drehen, um es in das Azimut des andern zu bringen, und darauf um eine angemessene Größe, die auf einer auf der Hinterfläche der Schiene ab angebrachten Theilung mittelst eines durch das Stück mnprs bewegten Nonius gemessen wird, auf- oder abwärts zu führen. Hätten unsere Beobachtungen nicht eine schnelle Ausführung verlangt, so wäre die Anwendung einer Mikrometerschraube vielleicht vorzüglicher gewesen. Uebrigens gestattete der Nonius Funfzigstel eines Millimeters zu schätzen, und diese Genauigkeit erschien uns hinreichend.

Um diesem Instrumente die volle wünschenswerthe Genauigkeit zu geben, war es nöthig, daß die kleinsten Niveauunterschiede wahrnehmbar waren, und daß das Fernrohr beim Uebergange von einer Beobachtung zur andern seine horizontale Lage behielt, oder daß wenigstens seine Verrückungen in Rechnung gezogen werden konnten. Der ersten Bedingung wurde Genüge geleistet, indem wir dem Fernrohre eine hinreichend starke Vergrößerung gaben. Was die zweite Bedingung anlangt, so hätten die besondere Sorgfalt, mit welcher das Mikrometer construirt war, und die Solidität der Unterlage, auf welcher es ruhte und die von dem übrigen Apparate unabhängig war, sie als erfüllt betrachten lassen können: dessenungeachtet hatten wir doch zuvor für die Entfernung, auf welche das Fernrohr eingestellt war, ermittelt, welcher Höhendifferenz eine Aenderung der Neigung um einen Theilstrich des Niveaus entsprach. Eine solche Bestimmung

genügte, um die Beobachtungen, bei denen das Niveau aus der Lage gekommen war, zu corrigiren.

Die Verfahren, die man anwendet, um dergleichen Instrumente zu reguliren, sind zu bekannt, als daß es nöthig wäre, daran zu erinnern. Man weiß, daß es durch Drehungen des Fernrohrs um seine Axe, durch Umlegen desselben in seinen Lagern, sowie durch Beobachtungen in verschiedenen Azimuten, in welche das Fernrohr durch Umdrehen um die Axe des Instrumentes gebracht wird, gelingt, diese letztere Axe vertical und die optische Axe des Fernrohrs horizontal zu stellen.

Die Sorgfalt, welche darauf verwandt war, der großen Röhre und der Manometerröhre denselben Durchmesser zu geben, beseitigte jede Correction wegen der Capillarität. Indem man die eine oder die andere Pumpe in Thätigkeit setzte, verringerte man nach Belieben das Volumen der Luft im Manometer, und das Quecksilber stieg in der verticalen Säule dd′ (Fig. 4, S. 22), bis Gleichgewicht eingetreten war; es hatte daher keine Schwierigkeiten, so nahe an einander liegende Werthe zu messen, als man wünschte.

Bei jeder Beobachtung bestimmte man das Volumen der Luft in der S. 27 angegebenen Weise; um die Höhe der Quecksilbersäule zu erfahren, hatte man zuvor den unveränderlichen Höhenunterschied zweier auf einander folgender Marken mittelst eines getheilten Maaßstabes gg′ gemessen, dessen Nullpunkt mit der obern Ebene der unmittelbar darunter befindlichen Marke zusammenfiel, und dessen anderes Ende ein Hülfsstäbchen trug, das man verschob, bis es mit der obern Fläche der folgenden Marke in gleichem Niveau lag (Fig. 1, S. 20). Man hatte im Voraus alle Abstände zwischen je zwei auf einander folgenden Ringen bestimmt, so daß bei jeder Beobachtung nur übrig blieb, die Nummer der Röhre, wo die Quecksilbersäule endigte, zu kennen, und den Abstand des Niveaus der Spitze dieser Säule von der unmittelbar darunter liegenden Marke zu messen; letzteres geschah mit einem und demselben Maaßstabe, der sich gleich gut an alle Punkte anbringen ließ und zu jenem Zwecke mit einem Visir und einem Nonius versehen war.

Sollten diese Messungen genau ausfallen, so mußte das Auge

stets in die Höhe der Quecksilberkuppe gestellt werden können, wo dieselbe auch liegen mochte. Die anfängliche Aufstellung erheischte ferner sehr feine Manipulationen bei der Zusammenfügung aller Röhren; es waren deshalb in der ganzen Höhe der Säule von 2 zu 2 Meter Gerüste mit Verbindungsleitern vorhanden. Endlich hatte man behufs der Berechnung der Dichtigkeit des Quecksilbers 6 Thermometer auf der ganzen Länge der Säule vertheilt, und damit ihre Angaben genauer der Temperatur des Quecksilbers sich anschlössen, ihre Gefäße in mit Quecksilber gefüllte Röhrenstücke von denselben Dimensionen, wie sie die Röhren der großen Säule besaßen, getaucht.

Mit derselben Luftmasse wurden drei Versuchsreihen ausgeführt; es folgen hier nur die vollständig berechneten und auf dieselbe Temperatur zurückgeführten Resultate.

Tabelle der Spannkräfte und entsprechenden Volumina einer und derselben Menge atmosphärischer Luft, unter Voraussetzung einer constanten Temperatur bei jeder Beobachtung.

Erste Reihe.

Spannung in Atmosphären von 0,76 Meter Quecksilberdruck.	Spannung in Centimetern Quecksilber.	Beobachtete und auf eine constante Temperatur reducirte Volumina.	Nach dem Mariotte'schen Gesetze berechnete Volumina.	Temperatur in hunderttheiligen Graden.
1	80,090	479,730	—	14,3
2	156,900	244,687	244,880	14,3
4	326,706	117,168	117,600	14,4
4,8	365,452	104,578	105,205	14,5
6,5	504,072	75,976	76,222	14,5
7	557,176	68,910	69,007	14,5
9	688,540	55,450	55,801	14,5
11,6	883,940	43,359	43,466	14,5
12	933,346	40,974	41,137	14,5
14	1070,862	35,767	35,881	14,5

Zweite Reihe.

1	79,497	481,806	—	13,3
2	156,112	244,986	245,205	13,5
4	313,686	121,542	121,989	13,6
4,7	362,110	104,795	105,488	12,5
5	381,096	99,590	100,253	12,5

Spannung in Atmosphären von 0,76 Meter Quecksilberdruck.	Spannung in Centimetern Quecksilber.	Beobachtete und auf eine constante Temperatur reducirte Volumina.	Nach dem Mariotte'schen Gesetze berechnete Volumina.	Temperatur in hunderttheiligen Graden.
6,1	464,752	81,787	82,218	12,6
6,6	508,070	74,773	75,208	12,6
6,6	506,592	74,985	75,427	12,6
7,6	578,162	65,723	66,090	12,6
7,6	580,002	65,473	65,881	12,6
8	637,108	59,767	60,039	13,8
11,5	875,052	43,428	43,682	13,7
11,6	881,202	43,146	43,378	13,7
12	962,108	39,679	39,758	14,5
16,6	1269,132	30,136	30,140	13,7

Dritte Reihe.

1	76,000	501,300	—	13
4,75	361,248	105,247	105,470	13
4,94	375,718	101,216	101,412	13
5	381,228	99,692	99,946	13
6	462,518	82,286	82,380	13
6,58	500,078	76,095	76,193	13
7,6	573,738	66,216	66,417	13
11,3	859,624	44,308	44,325	13
13	999,236	37,851	38,132	13
16,5	1262,000	30,119	30,192	13
17	1324,506	28,664	28,770	13
19	1466,736	25,885	25,978	13
21,7	1653,490	22,968	23,044	13
21,7	1658,440	22,879	22,972	13
24	1843,850	20,547	20,665	13
26,5	2023,666	18,833	18,872	13
27	2049,868	18,525	18,588	13

Unabhängig von dem Hauptgegenstande, den wir bei Anstellung der vorhergehenden Versuche im Auge hatten, konnten wir, wie bereits im Eingange erwähnt, dieselben auch benutzen, um zu prüfen, ob das Mariotte'sche Gesetz bis zu sehr hohen Drucken gültig wäre. Die Vergleichung der Zahlenwerthe der dritten und vierten Columne der Tabelle liefert den Beweis, daß das Gesetz der Compression, nach welchem das Volumen auf die Hälfte, das Drittel,

Viertel u. s. w. des ursprünglichen Volumens reducirt wird, wenn der Druck auf das Doppelte, Dreifache, Vierfache u. s. w. des ursprünglichen Druckes steigt, für die atmosphärische Luft bis zu 27 Atmosphären mit genügender Annäherung nachgewiesen ist. Unsere Absicht war, denselben Apparat noch zu einer Untersuchung, ob die andern permanenten Gase denselben Gesetzen gehorchen, zu benutzen; wir konnten aber von der Administration der öffentlichen Gebäude die Verlängerung der Benutzung des Locals, wo unser Compressionsapparat aufgestellt war, nicht erlangen. Dieser Umstand war um so verdrießlicher für uns, als wir in sehr kurzer Zeit diesen wichtigen Punkt in der Mechanik der Gase aufzuklären vermocht hätten.

Die vorstehend beschriebenen Versuche konnten dienen, um durch das Luftvolumen im Manometer die entsprechenden Drucke zu bestimmen, welche nicht über 27 Atmosphären gingen. Es genügte, einen Dampfkessel mit dem Reservoir des Manometers in Verbindung zu setzen, um die Spannkraft des Dampfes mit derselben Genauigkeit zu ermitteln, als ob man die Quecksilbersäule, die ihr das Gleichgewicht gehalten haben würde, unmittelbar beobachtet hätte. Man hatte bei diesem Verfahren sogar den Vortheil, den bereits bezeichneten großen Schwankungen der Quecksilbersäule zu entgehen. Der Apparat war so aufgestellt, daß man, ohne irgend einen anderen Theil aus seiner Lage zu bringen, an die Stelle der Compressionspumpe einen Dampfkessel setzen konnte.

Da wir aber bedachten, daß die geringste Explosion das Einstürzen der Gewölbe des Collége Henri IV., deren verfallener Zustand sogar ein freiwilliges Zusammenbrechen fürchten ließ, herbeiführen könnte, so beschlossen wir, bestürzt über die Folgen eines solchen Unfalles, der den umliegenden Gebäuden hätte Gefahr bringen können, die Versuche mit dem Wasserdampfe in einem der Höfe des Observatoriums zu machen. Es mußte also das Manometer dorthin transportirt werden, aber ohne es von dem gußeisernen Reservoir, auf dem es festgemacht war, zu trennen, damit die neuen Angaben des Instrumentes mit den früheren identisch wären. Dieser Transport war wegen des bedeutenden Gewichts des ganzen Apparats und der großen Dimensionen der mit Luft gefüllten Röhre nicht ohne Schwierigkeit;

indeß durch vielfache Vorsichtsmaaßregeln gelang es uns, ihn glücklich auszuführen und dabei dieselbe Masse Luft, welche ursprünglich in der Röhre war, zu erhalten. Dieser wichtige Punkt ist sorgfältig verificirt worden.

Eine Vorstellung von dem Apparate im Allgemeinen wird man sich machen können, wenn man den Blick auf Fig. 8 wirft, wo

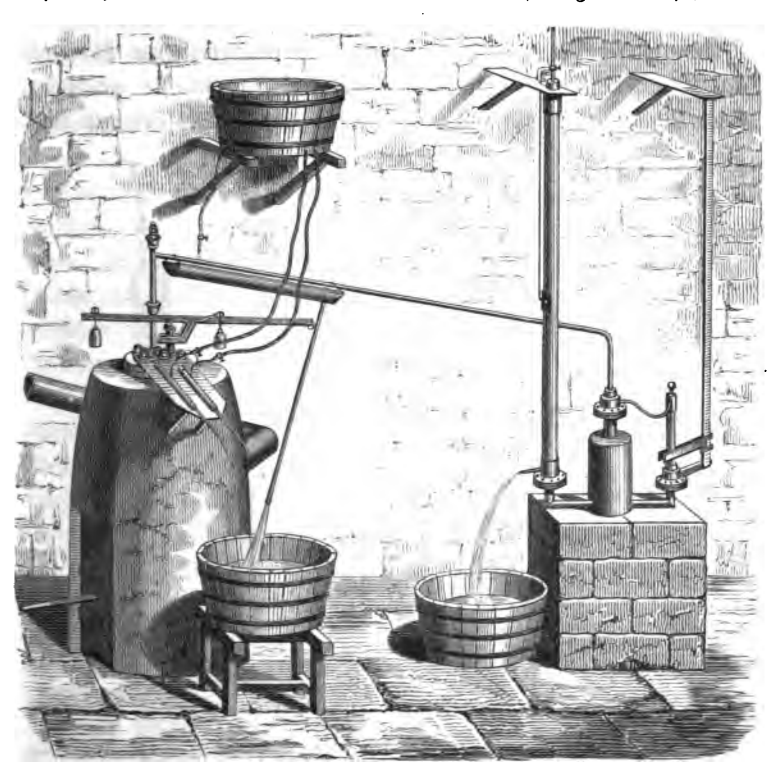


Fig. 8. Apparat von Dulong und Arago zur Bestimmung der Spannkraft des Wasserdampfes (perspectivische Ansicht).

der Apparat in perspectivischer Zeichnung abgebildet ist, und auf Fig. 9, die einen verticalen Durchschnitt, worin zur Vermeidung von Verwirrung die unwesentlichen Stücke fortgelassen sind, darstellt.

Der Dampfkessel a (Fig. 9) von ungefähr 80 Liter Rauminhalt war in den Werkstätten von Charenton unter der Leitung von Herrn Wilson, dessen Einsicht und Erfahrung uns sehr nützlich gewesen sind, construirt. Er bestand aus drei Stücken eigens dazu angefertigten Eisenblechs der vorzüglichsten Sorte, hatte in seinem cylindrischen Theile 13 Millimeter Dicke und war gegen den Boden und in der Nähe der Mündung viel dicker. Diese Mündung von 17 Centimeter Durchmesser war durch eine schmiedeeiserne Platte von 4,5 Centimeter Dicke und 26 Centimeter Durchmesser geschlossen. Diese Platte hatte unten einen hervorspringenden kreisförmigen Ring,

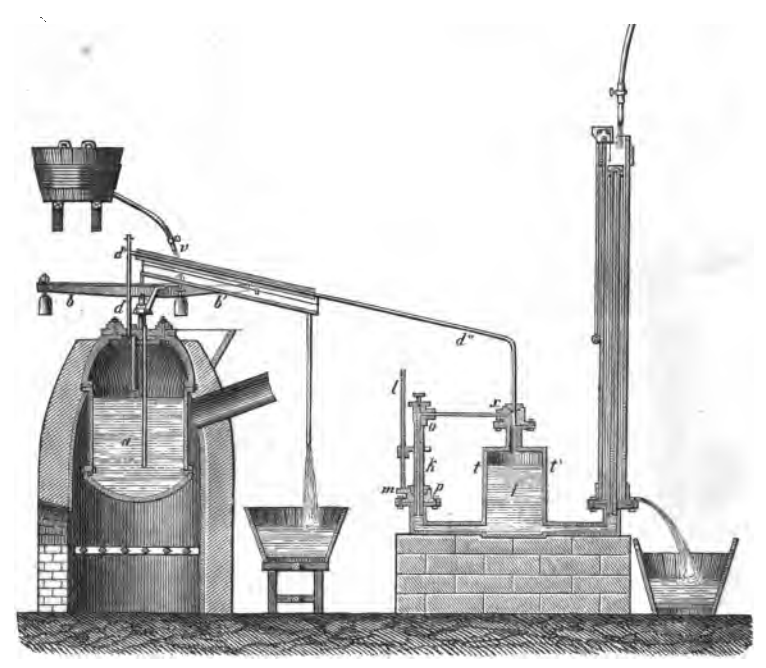


Fig. 9. Apparat von Dulong und Arago zur Bestimmung der Spannkraft des Wasserdampfes (verticaler Durchschnitt).

der auf seiner untern Fläche gut abgedreht war und in eine entsprechend geformte Rinne in der Dicke der Kesselwand, deren Boden mit einer Bleiplatte ausgelegt war, paßte. Innerhalb dieser

Rinne hatte man von innen nach außen sechs stählerne Bolzen mit breitem Kopfe, von 35^{mm} Durchmesser streng durchgezogen; sie gingen durch den Deckel hindurch, und ihr oberer mit einer Schraube versehener Theil nahm eine eckige Schraubenmutter auf. Zwischen die Schraubenmutter und den Deckel wurde ein Bleiring gelegt; das Metall dieses Ringes trat beim Anziehen der Schrauben in alle Zwischenräume dergestalt ein, daß es dieselben selbst für die stärksten Drucke hermetisch verschloß.

Dieser ganze Verschluß erforderte unabweislich ein fehlerfreies Material und eine sorgfältige Arbeit. Der Deckel allein mußte in der That in einigen Versuchen einen Druck von innen, der fast 20000 Kilogramme betrug, auszuhalten im Stande sein; und obschon die Dimensionen des Kessels unter den ungünstigsten Annahmen berechnet worden waren, schien es doch der Vorsicht gemäß, denselben vor seinem Gebrauche zu probiren. Wir wollten dies zuerst mit einer Wasserpumpe ausführen, wie dieselben bei den hydraulischen Pressen benutzt werden. Um aber auf unsern Dampfkessel den Artikel des Reglements über die vorläufigen Prüfungen solcher Kessel anzuwenden, würde man denselben einem Drucke von 150 Atmosphären haben aussetzen müssen; indeß lange bevor dieser Druck erreicht war, ließen einige Risse und Rietstellen eine Wassermenge durch, die derjenigen gleich kam, welche die Pumpe in derselben Zeit einzutreiben gestattete, so daß der Druck nicht weiter gesteigert werden konnte. Bei Anstellung dieser Versuche hatten wir Gelegenheit zu bemerken, welchen Fehlern man ausgesetzt ist, wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, den Druck durch ein conisches mit einem Gewichte belastetes Ventil, das gehoben werden soll, bestimmt. Abgesehen von der Schwierigkeit, die Ausdehnung der dem Drucke von innen ausgesetzten Oberfläche anzugeben, kann die je nach der Stellung sehr variable Adhäsion des Ventils an die Wände der Vertiefung, in der es ruht, enorme Unterschiede veranlassen, obgleich in Wirklichkeit der Druck derselbe ist. Es dürfte besser sein, ebene Ventile anzuwenden, die freilich beständige Sorgfalt erfordern würden, um in gutem Stande zu bleiben, oder besser noch ein conisches Manometer, falls die Druckkräfte 50 bis 60 Atmosphären nicht überschreiten. Da es zuviel Zeit erfordert haben würde, diese Vorrichtung

an unserer Pumpe anzubringen, und da außerdem die hohe Temperatur, welcher der Kessel ausgesetzt werden sollte, uns über die Verminderung der Festigkeit der Metalle, welche daraus hervorgehen könnte, in Ungewißheit gelassen hätte, so zogen wir es vor, den Kessel einer größere Beruhigung gewährenden Probe zu unterwerfen, indem wir ihn in die Verhältnisse des Versuchs selbst brachten, und der Wirkung einer viel größeren Expansivkraft, als er bei den von uns beabsichtigten Versuchen auszuhalten haben würde, aussetzten. Hauptsächlich für diesen Versuch ersannen wir das Ventil, das man in b b′ (Fig. 9) abgebildet sieht, und dessen Einrichtung den Vortheil gewährt, den man mit den gewöhnlich angewandten nicht erreichen würde, nämlich dem Dampfe augenblicklich einen freien Austritt zu gewähren, sobald seine Spannkraft die Grenze, für welche die beiden Gewichte zuvor berechnet worden sind, überschritten hat.

Die beweglichen Gewichte auf den beiden Armen des Hebels bestanden aus mehreren Stücken, die nach Belieben vereinigt und getrennt werden konnten, was gestattete, ihre Größe nach dem Drucke zu reguliren, den zu erreichen man sich vorgenommen hatte; und die geringste Hebung des Ventils brachte sie zum Gleiten, das eine nach dem Drehungspunkte und das andere nach dem entgegengesetzten Ende, so daß sie dann dauernd die Oeffnung frei ließen, wodurch der Dampf entweichen konnte.

Die durch den Dampfverlust durch die Fugen und durch einen heftigen Wind veranlaßte Abkühlung, verbunden mit einigen anderen ungünstigen Einrichtungen des in der Fabrik zu Charenton provisorisch errichteten Ofens, erlaubte uns nicht, das Heben des Sicherheitsventiles, dessen Belastung für eine Spannkraft von 60 Atmosphären berechnet worden war, zu beobachten; wir hatten aber die Vorsicht gebraucht, ein Thermometer, dessen Skale mittelst eines Fernrohrs aus der Ferne beobachtet werden konnte, anzubringen, und die Temperatur von 240°, auf welche das Innere des Dampfkessels stieg, ließ uns nach einigen in England erhaltenen Resultaten vermuthen, daß wir uns jenem Ziele genähert haben mußten, so daß die Prüfung nicht weiter fortgesetzt wurde. Aus der Tabelle auf S. 41, welche die Resultate unserer Versuche zusammenfaßt, wird man indeß sehen, daß bei jener Prü-

fung die Kraft des Dampfes nur ungefähr halb so groß gewesen war, als diejenige, welcher wir unser Instrument ausgesetzt zu haben glaubten.

Der auf diese Weise geprüfte Kessel wurde auf einem Ofen aufgestellt, dessen Masse hinreichend groß war, daß das Ganze keine zu heftigen Temperaturschwankungen erleiden konnte. Ein aus mehreren Flintenläufen zusammengesetztes Rohr d d′ d″ stieg erst vom Deckel aus vertical aufwärts, war dann schwach geneigt und mit seinem anderen Ende in der mittleren Oeffnung des gußeisernen Reservoirs f befestigt. Durch dieses Rohr übertrug sich der Druck auf das Manometer. Vor dem Versuche ward es mit Wasser gefüllt, und um genau den durch diese Säule erzeugten Druck, der sich zu dem des Dampfes hinzufügte, zu berechnen, ließ man unausgesetzt einen Strahl kalten Wassers auf die in v, nahe am oberen Knie angebrachten leinenen Lappen fließen. Da das Innere des Apparates luftleer war, so sieht man, daß eine ununterbrochene Destillation eintreten und die kleinen Flüssigkeitsmengen ersetzen mußte, die der Zuwachs des Dampfdruckes in das gußeiserne Gefäß getrieben hatte, und daß also während der ganzen Dauer des Versuches über dem Quecksilber eine Wassersäule stand, die stets bis zu der Verbindungsstelle des geneigten Rohres mit dem horizontalen Rohre d reichte.

Das veränderliche Niveau t t′ des Quecksilbers in dem gußeisernen Reservoir war in jedem Augenblicke durch die Beobachtung der Säule k p, die oben mit demselben Reservoir mittelst eines Bleirohres o x zusammenhing, bekannt. Die Höhe des Quecksilbers über einer festen Marke wurde auf dem bereits beschriebenen Maaßstabe l m abgelesen. Schließlich erhielt man die Spannkraft des Dampfes, indem man zu der dem Luftvolumen im Manometer entsprechenden Spannkraft die in diesem Instrumente über das Niveau t t′ gehobene Quecksilbersäule addirte, und den Druck der zwischen diesem Niveau und dem festen Punkte d′ gelegenen Wassersäule abzog. Diese letztere Größe, die nur Aenderungen von einigen Centimetern erlitt, war in Bezug auf einen festen Punkt des Maaßstabes l m bestimmt worden, und die veränderliche Stellung der Quecksilberkuppe k gab an, wie

viel man in jedem besonderen Falle zu diesem Werthe hinzusetzen oder davon abziehen mußte.

Die genaue Messung der Temperaturen bot einige Schwierigkeiten dar. Das Thermometer, wie es auch beschaffen sein mochte, durfte dem Dampfdrucke nicht unmittelbar ausgesetzt werden; denn selbst wenn es denselben ohne zerdrückt zu werden ausgehalten hätte, so würde man doch die Wirkungen der Compression, deren Ermittelung sehr mißlich gewesen wäre, haben in Rechnung ziehen müssen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, führten wir zwei an einem Ende verschlossene Flintenläufe in den Kessel ein; die Wanddicke der unteren verschlossenen Enden war so weit vermindert, daß sie noch hinreichende Festigkeit behielten, um nicht während des Versuchs zerdrückt zu werden. Der eine Flintenlauf ging bis auf den Boden des Dampfkessels, während der andere nicht über ein Viertel seiner Tiefe hinabreichte.

In diese mit Quecksilber gefüllten Cylinder wurden nun die Thermometer getaucht; das kürzere diente zur Bestimmung der Temperatur des Dampfes und das längere zur Angabe der Temperatur des noch in flüssigem Zustande verbliebenen Wassers. Dies Verfahren, das einzige bei derartigen Versuchen brauchbare, würde sehr mangelhaft gewesen sein, wenn man nicht alle Umstände so gewählt hätte, daß die Schwankungen in der Temperatur sehr langsam werden mußten. Dies ist einer der Gründe, die uns veranlaßten, dem Dampfkessel und dem Ofen viel beträchtlichere Dimensionen zu geben, als wir sonst nöthig gehabt haben würden; zu wiederholten Malen haben wir uns aber überzeugt, daß in der Nähe des Maximums die geringsten Zu- oder Abnahmen in der Spannkraft des Dampfes von entsprechenden Aenderungen in dem Stande der Thermometer begleitet waren.

Hätte man sich begnügt, die Gefäße dieser Instrumente in die eben genannten Cylinder zu tauchen, so würden die Correctionen, welche die stets viel niedrigere Temperatur der außerhalb gelegenen Röhren nöthig gemacht hätte, zu unsicher gewesen sein. Dieser Sorge hätte man sich allerdings überheben können, wenn man Gewichtsthermometer angewandt; indeß da die Beobachtungen sehr vervielfältigt werden mußten, haben wir vorgezogen, dem Instrumente seine

gewöhnliche Form zu lassen, und der ganzen Röhre eine gleichförmige und leicht zu bestimmende Temperatur zu ertheilen.

In Fig. 10 sieht man, daß diese Röhre sich oberhalb des Kessels rechtwinklig umbog, und von einer weiten Glasröhre umgeben war, durch welche man aus einem großen Behälter kommendes Wasser fließen ließ. Die Temperatur dieser Flüssigkeit, die sich sehr langsam

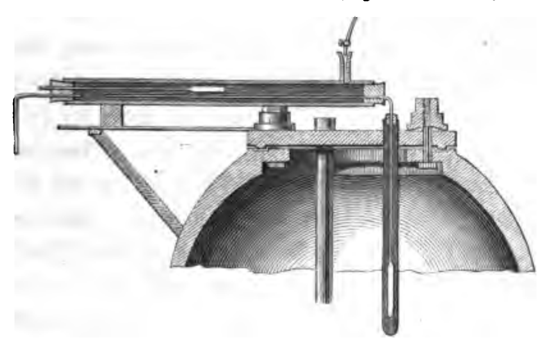


Fig. 10. Einrichtung des zur Bestimmung der Temperatur des Wasserdampfes dienenden Thermometers.

änderte, theilte sich der Röhre mit, und wurde durch ein anderes horizontal daneben gelegenes Thermometer angegeben. Bei jeder Beobachtung trug man Sorge, nach dem Ablesen des Standes jedes großen Thermometers auch die Temperatur des Quecksilbers in seiner Röhre zu notiren, und konnte so durch eine sehr einfache Rechnung dieselbe Genauigkeit erreichen, als wenn das Thermometer ganz in den Dampfkessel eingetaucht gewesen wäre. Es ist fast überflüssig zu bemerken, daß diese Instrumente genau calibrirt waren, und in ihrer Graduirung die ganze Genauigkeit darboten, die man ihnen jetzt zu ertheilen vermag.

Nach der vorstehend von dem Apparate gegebenen Beschreibung wird man sich von der Art zu operiren leicht eine Vorstellung machen können. Nachdem der Kessel mit der angemessenen Menge Wasser, so daß das ganze Gefäß des kleinen Thermometers noch oberhalb seiner Oberfläche stand, gefüllt war, hielt man die Flüssigkeit 15 bis 20 Minuten lang im Sieden, während das Sicherheitsventil und ebenso

das obere Ende d′ (Fig. 9 S. 34) der verticalen Röhre geöffnet waren, um die atmosphärische Luft und die im Wasser gelösten Gase vollständig auszutreiben. Darauf schloß man die Oeffnungen und regulirte die Ausflußhähne für das Manometer, für die Röhren der Thermometer und für die Condensation des Dampfes in dem Theile v der eisernen Röhre. Im Voraus beschickte man je nach der mehr oder weniger hohen Temperatur, die man zu erreichen beabsichtigte, den Ofen mit einer mehr oder minder großen Menge Brennmaterial und wartete dann, bis das Steigen der Temperatur sich verlangsamte. Einer von uns beobachtete das Manometer, der andere die Thermometer; und wenn die Hitze nur noch sehr langsam stieg, begannen wir die gleichzeitigen Angaben des Manometers und der vier Thermometer des Kessels, so wie die Höhe des Quecksilbers in der Seitenröhre o p zu notiren. Wir machten auf diese Weise mehrere sehr nahe bei einander liegende Beobachtungen, bis wir das Maximum erreicht hatten: blos die in diesem Zeitpunkte ausgeführte Beobachtung wurde berechnet; die vorhergehenden und nachfolgenden dienten nur zum Schutze gegen Fehler in der Ablesung. Wenn das Manometer und die Thermometer merklich gesunken waren, so warf man ein neues Quantum Brennmaterial auf den Heerd, und verfuhr dann auf dieselbe Weise. Allerdings konnte man auf diese Weise die einer gegebenen Temperatur entsprechende Spannkraft nicht erhalten; indeß, indem man zahlreiche Beobachtungen anstellte, gelang es, zuletzt hinreichend nahe an einander liegende Werthe für die ganze Ausdehnung der Skale zu gewinnen. Unsere ursprüngliche Absicht war, die Spannkraft bis zu 30 Atmosphären zu treiben; der Kessel verlor aber eine so große Wassermenge, daß es unmöglich wurde, über 24 hinauszugehen. Jedoch wird es gestattet sein, die directen Beobachtungen durch eine Tabelle oder eine Formel zu ersetzen, selbst für weit von der Grenze, bei der wir durch die Unvollkommenheit unserer Apparate gezwungen waren stehen zu bleiben, liegende Drucke.

Die im Vorstehenden gegebenen Erläuterungen weisen hinreichend die Art nach, wie die Beobachtungen berechnet werden müssen. Da alle unsere Skalen willkürliche waren, so erforderten die Rechnungen viel Zeit. Es würde unnütz sein, hier alle Zwischenrechnungen anzuführen, wir begnügen uns mit der Mittheilung der definitiven Re-

sultate. Die Vergleichung sehr nahe liegender Werthe hat als Bestätigung gedient.

	Nummer der Beobachtung.		Kleines Thermometer.	Großes Thermometer.	Spannkraft in Metern Quecksilber.	Spannkraft in Atmosphären von 0,76 Meter.	Umstände bei der Beobachtung *).	Spannkraft in Metern Quecksilber von 0°.
1.	29. Oct.	3te	122,97°	123,70°	1,62916	2,140	Max.	1,62916
2.	25. Oct.	1te	132,58	132,82	2,18230	2,870	steig.	2,1767
3.	28. Oct.	1te	132,64	133,30	2,18726	2,880	fast Max.	2,1816
4.	28. Oct.	2te	137,70	138,30	2,54456	3,348	steig.	2,5386
5.	29. Oct.	5te	149,54	149,70	3,48400	4,584	Max.	3,4759
6.	28. Oct.	3te	151,87	151,90	3,69536	4,860	steig.	3,6868
7.	25. Oct.	2te	153,64	153,70	3,89050	5,120	steig.	3,8810
8.	2. Nov.	1te	163,00	163,40	4,94890	6,510	Max.	4,9383
9.	30. Oct.	4te	168,40	168,50	5,61754	7,391	Max.	5,6054
10.	28. Oct.	4te	169,57	169,40	5,78624	7,613	l. steig.	5,7737
11.	23. Oct.	3te	171,88	172,34	6,16700	8,114	steig.	6,1510
12.	28. Oct.	5te	180,71	180,70	7,51874	9,893	fast Max.	7,5001
13.	25. Oct.	4te	183,70	183,70	8,05620	10,600	steig.	8,0352
14.	28. Oct.	6te	186,80	187,10	8,72218	11,480	l. steig.	8,6995
15.	22. Oct.	2te	188,30	188,50	8,86310	11,660	Max.	8,8400
16.	25. Oct.	5te	193,70	193,70	10,0254	13,190	steig.	9,9989
17.	28. Oct.	7te	198,55	198,50	11,0470	14,530	l. steig.	11,0190
18.	25. Oct.	6te	202,00	201,75	11,8929	15,650	steig.	11,8620
19.	24. Oct.	1te	203,40	204,17	12,3210	16,210	l. steig.	12,2903
20.	25. Oct.	7te	206,17	206,10	13,0211	17,130	steig.	12,9872
21.	2. Nov.	6te	206,40	206,80	13,0955	17,230	Max.	13,0610
22.	24. Oct.	2te	207,09	207,40	13,1670	17,300	fast Max.	13,1276
23.	28. Oct.	8te	208,45	208,90	13,7204	18,050	steig.	13,6843
24.	25. Oct.	8te	209,10	209,13	13,8049	18,160	steig.	13,7690
25.	25. Oct.	9te	210,47	210,50	14,1001	18,550	fast Max.	14,0634
26.	28. Oct.	9te	215,07	215,30	15,5407	20,440	steig.	15,4995
27.	28. Oct.	10te	217,23	217,50	16,1948	21,310	steig.	16,1528
28.	28. Oct.	11te	218,30	218,40	16,4226	21,600	fast Max.	16,3816
29.	30. Oct.	8te	220,40	220,80	17,2248	22,660	steig.	17,1826
30.	30. Oct.	11te	223,88	224,15	18,2343	23,994	Max.	18,1894

*) Max. bedeutet Maximum; steig. steigend; l. steig. langsam steigend.

Die vorstehende Tabelle enthält die 30 unter den günstigsten Umständen ausgeführten Beobachtungen.

Die beiden Thermometer stimmen im Allgemeinen so vollständig überein, als man es bei derartigen Versuchen nur erwarten kann. Der größte Unterschied beträgt 0,7°, und tritt nur in dem unteren Theile der Skale auf, was ohne Zweifel in ganz speciellen Verhältnissen des Apparates seinen Grund hat. Nimmt man nämlich an, das Maximum der Temperatur wäre im Dampfe und im Wasser

dasselbe gewesen, so würden die beiden Thermometer nicht genau denselben Grad haben zeigen können; da über dem Gefäße des kleineren eine viel kürzere Quecksilbersäule steht, und dies Gefäß in ein Mittel getaucht ist, dessen geringe Dichtigkeit die Mittheilung der Wärme verzögert, so mußte es den Einfluß der Abkühlung, der in der Nähe des Deckels des Kessels eintritt, stärker empfinden. Diese Ursache wurde in dem Maaße schwächer, als die Temperatur stieg, weil die Wärmemenge, die der Dampf in einer und derselben Zeit der Hülle des Thermometers mitzutheilen vermochte, fast in demselben Verhältnisse wie seine Dichtigkeit wuchs. Daher vermindert sich der Unterschied in den Angaben um so mehr, je größer die Spannungen werden. Dies gilt für die Beobachtungen, bei denen ein Maximum eingetreten war. Was diejenigen betrifft, welche während steigender Temperatur gemacht worden sind, so bemerkt man, daß die beiden Instrumente besser übereinstimmen; dies liegt aber darin, daß das große Thermometer, über dessen Gefäße eine viel längere Quecksilbersäule stand, längere Zeit als das andere erforderte, um sich ins Gleichgewicht zu setzen, und daß es also in demselben Augenblicke weiter als das kleinere von der Temperatur des umgebenden Mittels entfernt sein mußte.

Infolge der vorstehenden Betrachtungen halten wir die von dem ins Wasser getauchten Thermometer gelieferten Zahlenwerthe bei allen auf dem Maximum der Temperatur angestellten Beobachtungen für die genaueren.

Um nicht befürchten zu müssen, daß der Dampf wirklich auf einer niedrigeren Temperatur gewesen sei als das Wasser, haben wir, wie bereits erwähnt, Sorge getragen, noch besonders festzustellen, daß das Manometer eine Verminderung der Spannung in dem Augenblicke zeigte, wo das große Thermometer zu sinken begann; was beweist, daß der Raum für die von dem Instrumente angegebene Temperatur mit Dampf gesättigt war.

Wir haben diese Beobachtungen graphisch dargestellt; die Curve derselben zeigt eine vollkommene Regelmäßigkeit. Wählt man irgend zwei, selbst sehr nahe liegende Werthe aus, so ist es niemals vorge-

kommen, daß eine zwischenliegende Beobachtung auf die andere Seite der Sehne, welche die beiden äußersten verband, fiel.

Dies sind die Untersuchungen, welche die Commission der Akademie der Wissenschaften in den Stand gesetzt haben, eine Tabelle über die Spannkräfte des Dampfes und die zugehörigen Temperaturen zu entwerfen, die seitdem von den Ingenieuren angewandt worden ist. Bereits oben S. 17 haben wir die Formel mitgetheilt, welche die Beobachtungen am besten darstellt.

Der Beschreibung der Apparate und Beobachtungsmethoden, die ich im Vorstehenden wiedergegeben habe, hat Dulong in seinem Berichte an die Akademie noch eine vollständige historische Uebersicht aller über denselben Gegenstand ausgeführten Versuche beigefügt. Indeß erschien 1838 in dem 1. Bande der Transactions of the Institution of civil engineers ein Aufsatz von Farey über die Spannkraft des Dampfes, in welchem mein berühmter Freund in Betreff gewisser älterer Untersuchungen, denen Gerechtigkeit zu erweisen er verabsäumt habe, hart getadelt wird.

Als ich am 14. October 1839 der pariser Akademie der Wissenschaften den ersten Band der Transactions einer Gesellschaft, deren Arbeiten einen glücklichen Einfluß auf die Fortschritte der Kunst der Ingenieure ausüben zu müssen scheinen, vorlegte, konnte ich nicht umhin, mein Bedauern darüber auszusprechen, darin einen Aufsatz Farey's gefunden zu haben, der in einer so nützlichen Sammlung sicherlich keinen Platz hätte finden sollen, weil die bittern Bemerkungen, welche darin in Bezug auf unsere gemeinschaftliche, im Auftrage der Akademie unternommene und mit ihrem Beifall beehrte Arbeit ausgesprochen werden, ganz ohne allen Grund sind. Dulong erhielt kurze Zeit vor seinem Tode Kunde von Farey's Aufsatze; er fühlte sich dadurch tief verletzt, und nahm sich vor, ihn zu widerlegen. Da mein berühmter Freund dies nicht mehr hat ausführen können, so habe ich es versuchen müssen. Die Aufgabe war übrigens nicht schwierig: es genügte, Anführungszeichen den Anführungszeichen entgegen zu stellen.

Folgendes sind die wichtigsten Stellen, die ich in dem Aufsatze Farey's rügen muß:

„Der Hauptzweck gegenwärtiger Mittheilung ist, die Uebereinstimmung nachzuweisen, die zwischen den Angaben Southern's (über die den verschiedenen Temperaturgraden entsprechenden Spannkräfte des Wasserdampfes) und den aus einer neuen in Paris 1829 von einem Comité der Akademie der Wissenschaften ausgeführten Reihe von Versuchen hergeleiteten Zahlenwerthen besteht. . . .

„Ein anderer Zweck dieser Mittheilung ist, in den Schriften dieser Gesellschaft ein Zeugniß der evidenten Ansprüche unseres Landsmanns Southern auf das Verdienst der Priorität in der genaueren Bestimmung dieses Gesetzes, in Gegensatz zu der unbegründeten Behauptung des französischen Autors *), der die neuen Versuche veröffentlicht hat und nach dessen Ansicht die früher in England erhaltenen Bestimmungen ungenau wären, niederzulegen. Southern's Messungen sind in diesem allgemeinen Verdammungsurtheile nicht erwähnt worden. . . .

„Für 4 Atmosphären findet Southern die Temperatur 293,9° F. und die Akademiker 293,7°. Dies ist nicht ein zufälliges Zusammentreffen, sondern eine Annahme der Southern'schen Tafel durch Tredgold's Vermittelung, obwohl die Entlehnung nicht eingestanden wird. . . .

„Da die französischen Akademiker diese Formel **) Tredgold's (der die Versuche Southern's citirt und sie zu Grunde legt) annehmen, so konnten ihnen Southern's Messungen und deren Genauigkeit nicht unbekannt sein. . . . Unter diesen Umständen ist es Mangel an Aufrichtigkeit gewesen, wenn sie über die Southern'schen Bestimmungen gänzlich schweigen. . . . . Es ist zu beachten, daß die französischen Akademiker die Spannkräfte durch Compression der in einem Barometer eingeschlossenen Luft und nicht durch directe Messung der Quecksilbersäule oder durch ein belastetes Sicherheitsventil bestimmt haben, während Southern diese beiden Methoden und sehr genaue Thermometer anwandte. Seine Angaben verdienen also ebenso viel Glaubwürdigkeit als die der Franzosen. . . . Da weder die Messung der Elasticitäten noch die der Temperaturen sicher ist, wenn sie über 24 Atmosphären und über 438° F. gehen, so ist es durchaus nicht angemessen, ein neues Gesetz aufzustellen, um es näher als innerhalb $2^1/_2$ Grade mit unsicheren Beobachtungen in Uebereinstimmung zu bringen."

Die Anschuldigungen von Seiten Farey's sind bestimmt und zahlreich. Nun, um sie auf Nichts zu reduciren, werde ich mich begnügen können, verschiedene Stellen der getadelten Abhandlung anzuführen.

---

*) Dulong.
**) Die Interpolationsformel.

Farey läßt Dulong sagen, daß die vor seiner mit Arago ausgeführten Arbeit in England erhaltenen Bestimmungen ungenau wären. In dem der Akademie erstatteten Berichte heißt es:

„Die Wissenschaft besaß für geringere Drucke als acht Atmosphären nur ziemlich von einander abweichende Messungen; und für noch stärkere Drucke lag gar kein Resultat directer Versuche vor."

In dieser Stelle ist weder von Engländern, noch Franzosen, noch Deutschen die Rede. Es heißt nur, daß die Resultate der bekannt gewordenen Versuche Abweichungen zeigten und daß es schwierig war eine Wahl zu treffen; dies ist aber eine unbestreitbare Wahrheit.

Das große Verbrechen der französischen Akademiker in Farey's Augen besteht darin, jede Erwähnung von Southern's Messungen unterdrückt zu haben; dies ist es, worin sie Mangel an Aufrichtigkeit gezeigt haben sollen.

Wir wollen sehen, wie wir jede Erwähnung unterdrückt, wie wir Mangel an Aufrichtigkeit bewiesen haben. Ich werde jetzt wortgetreu eine Stelle des von der Akademie angenommenen Berichtes hier wiederholen. Der Leser wird kaum seinen Augen trauen:

„Blos Southern's und Taylor's Bestimmungen zeigen mit diesen (den französischen Bestimmungen) eine Uebereinstimmung, die um so auffallender ist, als sie durch ein ganz anderes Beobachtungsverfahren erhalten worden sind. Bereits zu der Zeit, wo wir die in den oben S. 16 citirten vorläufigen Bericht aufgenommene Tafel berechneten, betrachteten wir sie als die am meisten wahrscheinlichen; auch findet man zwischen dieser Tafel und derjenigen, welche wir geben werden, in dem beiden gemeinschaftlichen Theile nur ganz unbedeutende Differenzen." (Mémoires de l'Académie des sciences, Bd. 10. S. 222.)

Dies ist noch nicht Alles. Southern ist nicht nur mit Rücksicht auf seine Versuche, sondern ebenso auch mit Rücksicht auf eine bloße Interpolationsformel erwähnt. Den Beweis liefert die folgende Stelle:

„Young scheint der erste gewesen zu sein, der dasjenige Interpolationsverfahren angewandt hat, wobei man die Spannkräfte des

Dampfes durch eine gewisse Potenz der um eine constante Zahl vermehrten Temperatur darzustellen sucht. Young hatte gefunden, daß der Exponent 7 den zur Zeit der Veröffentlichung seines Werkes bekannten Versuchen genügte. Creighton wählte den Exponenten 6, der ihm besser mit den von Dr. Ure erhaltenen Resultaten zu stimmen schien. Southern nahm die Zahl 5,13, die er ohne Zweifel durch Probiren ermittelte. Tredgold stellte den Creighton'schon Exponenten wieder her, indem er den Coefficienten änderte u. s. w." (Mém. de l'Acad. Bd. 10. S. 230.)

Es ist peinlich, stets durch ausdrückliches Verneinen antworten zu müssen; ist dies aber meine Schuld? Farey behauptet, daß wir für 4 Atmosphären Southern's Bestimmung, ohne es einzugestehen, genommen hätten. Die Thatsache ist völlig unrichtig: unsere Beobachtungen umfassen das Intervall von 1 bis 24 Atmosphären; folglich sind wir nicht genöthigt gewesen, irgend Jemand Etwas zu entlehnen; nur haben wir, da unsere Beobachtungen nicht runden Zahlen von Atmosphären entsprechen, zur Aufstellung der Tafel eine Interpolation nach der Formel, welche unsere Resultate am besten darstellte vorgenommen und auch vornehmen müssen. Diese Formel ist die von Tredgold für Temperaturen unter 140° oder für nicht über 4 Atmosphären gehende Drucke. Dulong hat es ausgesprochen, und es war also Nichts weiter einzugestehen.

Einmal im Zuge im Anschuldigen, hat Farey sich nicht blos an den historischen Theil des Berichtes an die Akademie gehalten; gründlich geprüft scheint ihm auch die Arbeit der Commission mangelhaft. In der That, haben Dulong und Arago nicht ein Manometer angewandt?

Was würde aus diesem angeblichen Bedenken geworden sein, wenn man hinzugefügt hätte, daß das Manometer direct durch Quecksilbersäulen graduirt worden war, die bei den äußersten Werthen nicht weniger als 20 Meter hoch waren? Hat der englische Kritiker sich über das Ziel der Akademiker irren können? Man urtheile nach folgender Stelle, die sich S. 196 der von Dulong redigirten Abhandlung findet:

„(Die Commission) hat sich entschieden, zu dem beschwerlichsten, aber auch genauesten Mittel zurückzugehen: die directe Messung der Quecksilbersäule, welche der Spannkraft des Dampfes das Gleichgewicht zu halten vermag."

Farey zieht Southern's Bestimmungen den von Dulong und Arago gegebenen Resultaten vor. Dies ist ihm sicherlich erlaubt in Bezug auf die zwischen 0 und 8 Atmosphären liegenden Zahlen; darüber hinaus wird er sich aber, wohl oder übel, an die französischen Messungen halten müssen, weil die Landsleute unseres Kritikers keine über 8 Atmosphären liegende Spannkraft gemessen haben. Beiläufig gesagt, fingen übrigens erst bei 10 Atmosphären die Schwierigkeiten der Versuche und ihre äußerst große Gefährlichkeit an: die Commission der Akademie ist bis 24 Atmosphären gegangen.

Farey zieht die englischen Bestimmungen vor, weil Southern sehr genaue Thermometer benutzte. Wie? Eine Commission, die unter den Auspicien der Akademie arbeitete, um einem Auftrage, einem öffentlichen Bedürfnisse zu entsprechen; die in ihrer Mitte, ja sogar als Berichterstatter einen der beiden Verfasser der gegenwärtig klassisch gewordenen schönen Abhandlung über die Mittheilung der Wärme hatte, sollte nicht sehr genaue Thermometer angewandt haben? Solche Zweifel, wenn sie in der Luft schweben, wenn sie sich auf keine Discussion der von der Commission der Akademie ausgeführten Versuche gründen, würden hier nicht so bezeichnet werden können, wie sie es verdienen. Mit vollem Vertrauen begnügen wir uns daher, die im Vorhergehenden gegebenen Thatsachen und Reflexionen jedem unparteiischen Manne, und vor Allem der Mehrzahl der Mitglieder der ehrenwerthen Gesellschaft der Civilingenieure Großbritanniens vorzulegen.

Messung des Meridians von Frankreich.*)

Kurze Zeit nach meinem Eintritte in die pariser Sternwarte hatte ich Gelegenheit, mich mit Biot über das Interesse zu unterhalten, das sich an die Wiederaufnahme der durch Méchain's Tod unterbrochenen Messung des durch Frankreich gehenden Meridians in Spanien knüpfen würde. Wir legten unsern Plan einer Ausdehnung dieser Messung bis nach der kleinen Insel Formentera Laplace vor, der ihn eifrig aufnahm. Man wird die Wichtigkeit dieses Unternehmens begreifen, wenn man beachtet, daß da der in Frankreich gemessene Bogen sich von Dünkirchen bis nach den balearischen Inseln erstreckt, seine Mitte dem Parallelkreise von 45°, der zwischen dem Aequator und dem Pole in der Mitte liegt, entsprechen mußte, und daß dieser Umstand bei der Berechnung des Quadranten des Erdmeridians die Kenntniß der Abplattung der Erde entbehrlich machen konnte. Da ferner die von den Beobachtungen unzertrennlichen Fehler sich auf einen größern Bogen vertheilt finden mußten, so wurden sie um so weniger merklich in dem Endresultate, das dadurch eine größere Sicherheit erhielt.

Am 2. Mai 1806**) faßte das Längenbureau folgenden in den Protocollen seiner Sitzungen verzeichneten Beschluß:

---

*) Nicht veröffentlichte Abhandlung. Für manche Einzelheiten vergl. Bd. 1, S. 16 ff. der sämmtlichen Werke.

**) Bd. 1, S. 16 heißt es: Biot und ich und der spanische Commissar Rodriguez, wir reisten im Anfange des Jahres 1806 von Paris ab.

Anmerk. d. d. Ausg.

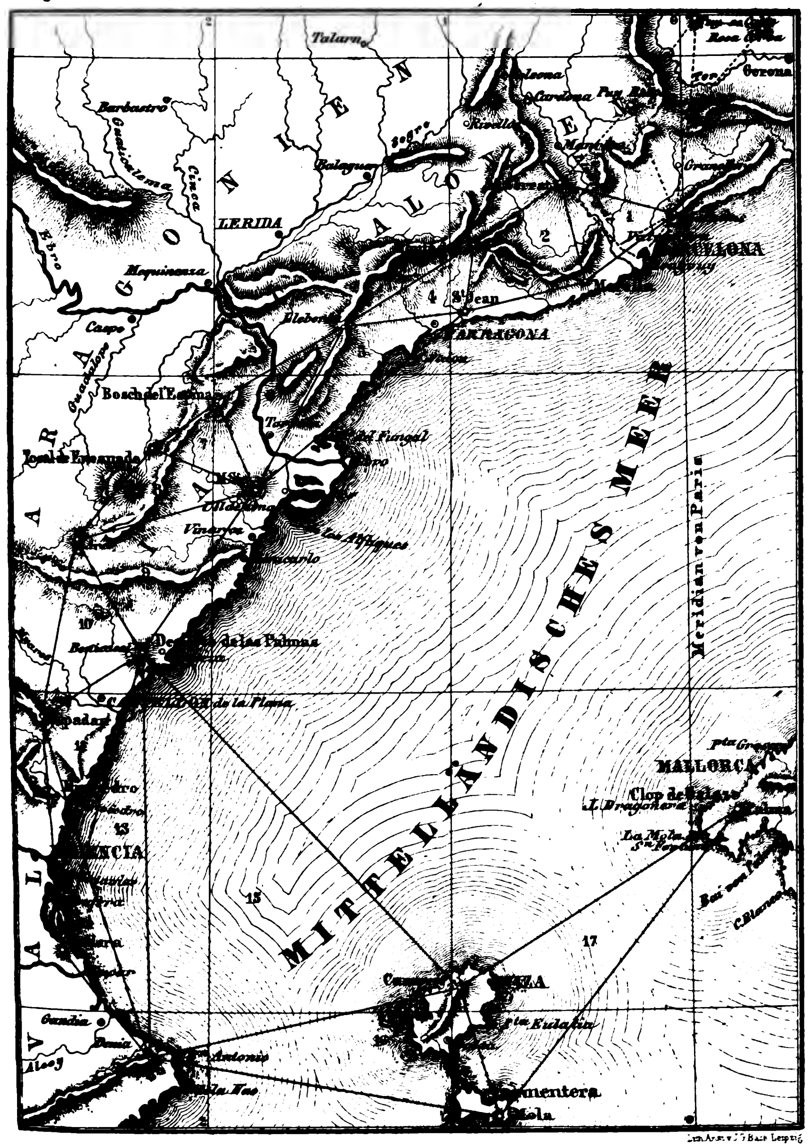


Fig. 11. Fortsetzung der Messung des Meridians von Frankreich bis zu den balearischen Inseln durch Biot u. Arago.



„Die Herren Biot und Arago werden mit der Beendigung der Messung des Meridians in Spanien beauftragt."

Die spanische Regierung gab uns zwei Commissare bei, die Herren Chaix und Rodriguez.

Unsere Arbeiten begannen im October 1806.

Meine Mitarbeiter und ich bestimmten zusammen 11 Dreiecke, die, hinzugefügt zu den bereits von Méchain erhaltenen 5, die Anzahl der zur Lösung des gestellten Problems nöthigen Dreiecke auf 16 brachten. Der uns von dem Längenbureau anvertraute Auftrag wurde durch diese Messungen erfüllt. Diesen 16 Dreiecken glaubte ich noch ein 17tes hinzufügen zu müssen, welches geodätisch den Clop de Galazo auf der Insel Majorka mit Iviza und Formentera verband; auf diese Weise hatte ich durch eine einzige Operation die Messung eines Bogens vom Parallelkreise von $1^1/_2{}^0$ erhalten.

Die Fig. 11, S. 48 stellt unsere Triangulation dar, die das Eigenthümliche hat, an den Seeküsten und über das Meer hin durch Dreiecke von ungewöhnlicher Größe gemacht zu sein.

Auf dem Mont-Sia endigte der von Méchain ausgeführte Theil der Triangulation. Méchain hatte einen Plan entworfen, um Iviza zu erreichen, den wir jedoch wegen Schwierigkeiten, welche die Bodengestaltung darbot, nicht verfolgen konnten. Unsere Triangulation hat vom Mont-Sia aus mit der von Méchain projectirten nur die beiden Dreiecke gemein, welche die Stationen Mont-Sia, Desierto de las Palmas, Ares und Espadan verbinden.

Am 9. und 10. September 1807 führte ich mit Rodriguez auf dem Berge Lleberia die Messungen der Zenithabstände der auf dem Bosch de l'Espina und auf dem Mont-Sia aufgestellten Signallampen mit parabolischen Spiegeln, ebenso wie die Messung des Winkels zwischen diesen beiden Stationen aus. Der Berg Lleberia führt seinen Namen von einem auf dem Wege nach Tortosa gelegenen Dorfe.

Vom 20. Juli bis zum 4. September 1807 war ich mit Chaix auf einer hohen Spitze des Mont-Sia, die im Lande el Tosal del Bara Pasqual heißt. Der Mont-Sia liegt westlich von der Stadt San-Carlos. Man kann ihn nur auf seinem westlichen Abhange, von Ull de Cona kommend, besteigen. Wir maßen die Zenithabstände

der Signallampen von Leberia, vom Bosch de l'Espina, vom Tosal de Encanadé, von Ares, vom Desierto de las Palmas, ebenso wie die Winkel: 1) zwischen dem Bosch de l'Espina und Leberia; 2) zwischen dem Bosch de l'Espina und dem Tosal de Encanadé; 3) zwischen dem Tosal de Encanadé und Leberia; 4) zwischen dem Tosal de Encanadé und Ares; und 5) zwischen dem Desierto de las Palmas und Ares.

Während der Zeit, wo wir uns auf dem Mont-Sia aufhielten, ging ich nach dem Bosch de l'Espina, wo sich Rodriguez befand, um vom 15. bis 27. August die Zenithdistanzen der Signallampen von Leberia, vom Mont-Sia und Tosal de Encanadé, sowie die Winkeldistanzen: 1) zwischen den Signallampen von Leberia und vom Mont-Sia; 2) zwischen den Signallampen des Mont-Sia und des Tosal de Encanadé zu messen. Der Bosch de l'Espina ist mit Fichten bedeckt; obwohl er ziemlich steil ist, gestattet doch ein viele Krümmungen machender Weg seinen Gipfel zu Pferde zu erreichen. Ungeheure Hitze und dicke Nebel machten die Beobachtungen sehr beschwerlich.

Vom 1. bis 10. August 1807 beobachtete ich mit Chaix auf dem höchsten Theile des Tosal de Encanadé, einem Berge des Königreichs Valencia, der in nur geringer Entfernung von Mojon Trifinio liegt, von wo die Grenzlinien der Provinzen Valencia, Aragonien und Catalonien ausgehen. Wir wurden oft durch heftige von starkem Hagel und wüthenden Winden begleitete Gewitter gehindert. Wir maßen auf dieser Station die Zenithabstände der Signallampen des Bosch de l'Espina und der Muela von Ares, sowie die Winkel 1) zwischen dem Bosch de l'Espina und dem Mont-Sia, und 2) zwischen dem Mont-Sia und Ares.

Die Muela von Ares bildet ein sehr ausgedehntes Plateau eines Berges, der ringsum senkrecht abgeschnitten ist, und zu dem man nur auf einem sehr schmalen Pfade gelangt. Auf diesem Plateau liegt das Dorf Ares, nicht weit von der großen Straße, die von Oropeza nach dem Walde von Mosqueruella geht. Vom 6. bis 15. Juli maßen wir, Chaix und ich, die Zenithabstände der Signallampen des Tosal de Encanadé, des Mont-Sia, des Desierto de las Palmas und von Espadan, ebenso wie die Winkel 1) zwischen dem Tosal de Encanadé

und dem Mont-Sia; 2) zwischen dem Desierto de las Palmas und dem Mont-Sia; 3) zwischen dem Desierto de las Palmas und Espadan; und 4) endlich zwischen dem Desierto und dem Tosal de Encanadé.

Die Beobachtungen auf dem Desierto de las Palmas waren wegen der ungenauen Richtungen, die man den auf dem Berge Campvey der Insel Iviza aufgestellten Spiegeln der Lampen gegeben hatte, äußerst schwierig. Biot kam mit Chair, um für unsere Einrichtung in einer kleinen Einsiedelei, die man sehr weit sah, zu sorgen. Unsere Beobachtungen begannen am 30. November 1806. Ich maß noch am 30. Juni 1807 auf diesem hohen spitzen Berge, wo ich länger als 6 Monate, meistens allein, zubrachte, und als Spaziergang nur einen Raum von einigen zwanzig Quadratmetern hatte. Unter mir am Fuße des Berges lag ein Karthäuserkloster, und noch tiefer am Ufer des Meeres das Dorf Benicassi, zwischen Oropeza und Castellon de la Plana. Hier maßen wir die Zenithabstände der Signallampen des Mont-Sia und von Ares, des Signals von Espadan, der Lampen von Cullera und Mongo, des Signals von Iviza auf dem Gipfel des Campvey, und des Meereshorizontes, sowie die Winkeldistanzen 1) zwischen dem Mont-Sia und Ares; 2) zwischen Ares und Espadan; 3) zwischen Espadan und Cullera; 4) zwischen Cullera und Mongo; 5) zwischen Espadan und Mongo; 6) zwischen Mongo und Campvey; 7) zwischen dem Mont-Sia und Espadan; 8) zwischen Mongo und dem Mont-Sia; und 9) endlich zwischen Campvey und Espadan.

Der eigentliche Gipfel des spitzen Berges von Espadan hatte zu geringe Ausdehnung, als daß wir uns hätten dort aufstellen können, und wir mußten unsere Station auf einer benachbarten Höhe, Altura de la Pastora genannt, wählen. Chair, Rodriguez und ich haben vom 1. bis 14. Juni 1807 die Zenithdistanzen der Signallampen von Ares, vom Desierto de las Palmas, von Cullera und von Mongo, sowie des Meereshorizontes gemessen. Darauf bestimmten wir die Winkel 1) zwischen Ares und dem Desierto; 2) zwischen dem Desierto und Mongo; 3) zwischen dem Desierto und Cullera; 4) zwischen Cullera und Mongo; und endlich 5) zwischen Cullera und Ares.

Die Beobachtungen auf dem Berge von Cullera sind von Chair,

Rodriguez und mir vom 8. bis 20. Mai 1807 angestellt worden. Wir haben daselbst die Zenithabstände der Signallampen des Desierto, von Espadan, von Mongo, sowie des Meereshorizontes nebst den Winkeln 1) zwischen dem Desierto und Espadan; 2) zwischen dem Desierto und Mongo; und 3) zwischen Espadan und Mongo gemessen.

Auf der Station von Mongo erfuhren Biot, Chaix und ich die ganze Strenge der schlechten Jahreszeit. Dieser hohe Berg liegt in der Nähe der Stadt Denia, am Ende des Caps San Antonio, und beherrscht das Meer auf jeder Seite. Da man von diesem Punkte aus ungehindert gegen Norden das ganze Königreich Valencia und gegen Osten die Inseln Iviza und Formentera wahrnimmt, so mußten wir uns daselbst aufstellen, um die Kette unserer Dreiecke bis zu dieser letztern Insel auszudehnen. Es gelang nur nach unendlichen Mühen unsere Zelte, Signallampen und Instrumente daselbst aufzustellen, indem wir einen Weg in dem Felsen aushöhlten, um jene schweren Gegenstände auf die von uns ausgewählte Hervorragung zu bringen. Die mit der Unterhaltung der Signallampen beauftragten Matrosen, welche den Winter auf dieser Station zubringen mußten, hatten von der Rauhheit des Wetters viel zu leiden, obgleich der französische Consul zu Denia, Morand, Sorge getragen hatte, ihnen an einer geschützten Stelle des Felsens eine Hütte bauen zu lassen. Vom 9. bis zum 25. Februar 1807 maßen wir die Zenithdistanzen der Signallampen des Desierto de las Palmas, von Espadan, von Cullera, von Formentera und von Campvey, sowie die Winkel 1) zwischen dem Desierto und Cullera; 2) zwischen Cullera und Espadan; 3) zwischen dem Desierto und Espadan; 4) zwischen Campvey und dem Desierto; 5) zwischen Campvey und der Mola von Formentera; 6) zwischen dem Desierto und der Mola von Formentera; und 7) zwischen Cullera und der Mola von Formentera.

Der am nördlichen Ende der Insel Iviza liegende Berg Campvey ist kahl und dürr; es kostete viele Mühe, die Signallampen, Instrumente und Zelte, sowie alle zum Leben nöthigen Gegenstände, die wir aus der Stadt Iviza kommen lassen mußten, da die Bauern der Umgegend zu arm waren, um uns das Geringste liefern zu können, auf seinen Gipfel zu bringen. Da Campvey der dritte Eckpunkt des großen

Dreiecks ist, welches die balearischen Inseln mit der spanischen Küste verbindet, so hielten wir oder unsere Mitarbeiter uns daselbst lange auf, sowohl um die parabolischen Spiegel der Lampen, die uns zu Signalen über das Meer dienten, zu richten, als auch um die Kette der auf die Küste gestützten Dreiecke zu vervollständigen. Vom 15. März bis zum 14. April 1807 maßen Biot und ich daselbst die Zenithdistanzen der Signallampen des Desierto de las Palmas, von Formentera, von Mongo, und des Meereshorizontes, sowie die Winkel 1) zwischen dem Desierto und Mongo; 2) zwischen Mongo und der Insel Formentera; und 3) endlich zwischen dem Desierto und Formentera.

Die kleine Insel Formentera liegt ungefähr 6 geogr. Meilen südlich von Iviza. Wir stellten uns auf einem weiten Plateau auf, das sich wie eine große senkrechte Masse über das Meer erhebt, und deshalb den Namen Mola erhalten hat. Das Erstaunen der wenigen Bewohner der Insel war außerordentlich, als sie die Vorbereitungen zu unserer Aufstellung sahen. Da der Gebrauch der Wagen im Lande unbekannt war, so mußten die zur Unterlage des Meridianfernrohrs bestimmten Steine auf Menschenarmen hinaufgeschafft werden. Diese Arbeiten waren in den ersten Monaten des Jahres 1807 beendigt, und vom 19. bis zum 28. April maßen Biot und ich die Zenithdistanzen der Signallampen von Campvey, von Mongo, sowie des Meereshorizontes, und den zwischen Campvey und Mongo eingeschlossenen Winkel.

Im Mai 1807 kehrte Biot nach Paris zurück, um sich einige Instrumente zu verschaffen, die uns die Bestimmung der Breite von Formentera gestatten könnten. Bis zu seiner Wiederkehr brachten Chaix, Rodriguez und ich die letzten Vervollkommnungen an unsern geodätischen Operationen an, wie man aus den weiter oben gemachten Angaben über die Operationen sehen kann.

Als Biot zu mir nach Valencia zurückgekehrt war, begaben wir uns nach Formentera zurück. Vom 4. December 1807 an beobachteten wir unter Mitwirkung von Chaix die Durchgänge von Sternen durch den Meridian, und maßen die Länge des einfachen Secundenpendels. Am 18. Januar 1808 verließ uns Biot, mit den Resultaten

unserer Messungen versehen, um nach Frankreich zurückzukehren, und ich setzte die Beobachtungen am Meridianfernrohre bis zum 6. März fort. Mit Unterstützung von Chair und Rodriguez konnte ich nahe an 700 Beobachtungen des obern Durchganges von β im kleinen Bären ausführen, und 570 neue Beobachtungen von Durchgängen des Polarsterns zu den von uns bereits gemachten 2000 hinzufügen.

Wir hatten die Möglichkeit erkannt, die spanische Küste mit der Insel Majorka durch den Bogen eines Parallelkreises zu verbinden, der am südlichen Ende unseres Meridians von Espadan bis zum Clop de Galazo, wie dies Fig. 11 (S. 48) zeigt, fast drei Längengrade zu messen gestattete. Dieses neue Dreieck mußte die Mittel liefern, um die Krümmung dieses Theiles des Erdsphäroids zu bestimmen, und sich durch die Messungen in zwei aufeinander senkrechten Richtungen zu überzeugen, ob die Parallelkreise der Erde elliptisch oder kreisförmig sind, mit einem Worte, ob die Erde ein Umdrehungsellipsoid ist oder nicht. Ich beschäftigte mich also eifrig mit der Messung dieses 17ten Dreiecks, dessen Spitze auf dem Gipfel des Clop de Galazo auf der Insel Majorka lag, und dessen Basis einerseits auf dem Campvey der Insel Iviza, und andererseits auf der Mola von Formentera endigte.

Der Clop de Galazo ist ein sehr hoher Berg der Insel Majorka; bei reiner Luft sieht man ihn weit hin über das Mittelmeer; er liegt grade über Palmas.

Sternbeobachtungen, die wir auf Formentera ausführten, hatten den Zweck, die Breite dieses äußersten Punktes des Meridianbogens mit großer Genauigkeit zu ermitteln. Um mit Schärfe das Azimut zu bestimmen, in welchem unser Meridianfernrohr aufgestellt war, und um uns zu versichern, daß es sich während unserer Operationen nicht verrückte, nahmen wir eine Signallampe zu Hülfe, die wir nach Santa-Eulalia sandten. Auf dem Clop de Galazo führte ich ebenfalls zahlreiche Sternbeobachtungen aus, um das Azimut dieser Station zu bestimmen, und benutzte dazu einen auf der Mola von San Fortun aufgestellten Spiegel.

Meine Beobachtungen waren glücklicherweise beendigt, als Ende Mai 1808 der neue Krieg mit Frankreich die Majorkaner gegen den auf dem Clop de Galazo weilenden Einsiedler aufregte. Ich wurde

festgenommen und am 2. Juni in das feste Schloß Belver gebracht. Ich will hier einige Notizen beifügen, welche die bereits anderweitig *) gegebene Erzählung der Ereignisse, deren Opfer ich war, vervollständigen werden.

Ich konnte mich am 28. Juli aus meinem Gefängnisse retten, und mit dem Gefährten meiner Gefangenschaft, dem Ordonnanzofficier Berthemie auf einer Barke einschiffen, die uns nach der kleinen Insel Cabrera brachte, die wir uns beeilten am 29. zu verlassen. Nach dem Begegnen eines englischen Convoi von nahe 60 Segeln, der uns glücklicherweise nicht bemerkte, entdeckten wir am 1. August **) die Küste der Barbarei, und landeten an demselben Tage gegen 4 Uhr in Algier.

Wir schifften uns am 8. August auf einem algierischen Schiffe, das nach Marseille bestimmt war, ein. Der Steuermann oder vielmehr der wirkliche Kapitän war aus Zante und hieß Spiro Kalligero; der Name der Fregatte war Tre Fratelli. Der maurische Kapitän war Culuglu und Raïs der algierischen Marine; er hieß Raïs Braham Uled Mustapha Goja. Die Bemannung bestand aus einem venetianischen Bootsmanne, einem Zimmermanne aus Marseille, drei griechischen Matrosen, Landsleuten des Kapitäns, und mehreren maurischen Matrosen, nämlich: Achmet, der als Raïs auf mehreren kleinen spanischen Schiffen gedient hatte, der ausgeprägteste Schwätzer der Bemannung; Busemach, der seine unangenehme Zither nur ungern verließ, um im Takelwerk zu arbeiten; El Maur, dessen einzige Beschäftigung darin bestand, dem Koche des Kapitäns einige Nahrungsmittel zu stehlen zu suchen, weil die gewöhnliche Ration für seinen starken Appetit nicht hinreichte; und endlich Besibst, der seine Pfeife am Tage nicht einen Augenblick verließ.

Die fünf Brüder Bentivi waren im Augenblicke der Abfahrt auf Befehl des Dey und infolge der Intriguen von David Bakri, König der Juden, eingeschifft worden.

---

*) S. Bd. 1, S. 31 ff.

**) Bd. 1, S. 35 ist der 3. August angegeben; ebenso stimmt der folgende 8., und später der 14. August nicht mit der Angabe in Bd. 1, S. 37 und 38.
Anmerk. d. d. Ausg.

Der Kapitän hatte gleichfalls vom Marineminister den Befehl erhalten, zwei Marokkaner einzuschiffen, die nach Frankreich gingen, um einen Vorrath von Straußfedern zu verkaufen. Der eine derselben hieß Beschir, der andere Ser Medeni.

Wir waren drei Tage in Sicht von Algier.

Am 12. durchsuchte uns auf der Höhe der Insel Minorka eine englische Brigg.

Am 14. nahm uns ein catalonischer Corsar gefangen; an demselben Tage erreichten wir Rosas.

Am 17. stiegen wir ans Land, und wurden zur Abhaltung der Quarantaine in eine verfallene Windmühle gebracht.

Am 10. September holte uns eine Abtheilung Soldaten ab, und führte uns in die Citadelle (in die Kirche).

Wenige Tage später stopfte man uns in die Kasematten; von da brachte man uns nach dem Schlosse der Dreieinigkeit.

Wir verließen diese finstern Löcher am 17. October und kamen an demselben Tage nach Palamos.

Der Richter erlaubte uns, nach Marseille abzureisen; durch Stürme wurden wir aber nach der Küste der Barbarei verschlagen, wo wir am 5. December 1808 (in Bugia) anlangten.

Am 12. December sahen wir Algier vom Cap Matifou, und traten bei Sonnenuntergang in die Stadt ein.

Im Februar 1809 erklärte uns der Dey zu seinen Gefangenen.

Am 21. Juni 1809 fuhren wir von Algier ab.

Am 24. trafen wir auf ein amerikanisches Schiff und am 25. auf eine spanische Bombarde; vom 26. bis 28. blieben wir in Sicht von Majorka und Minorka.

Am 1. Juli wurden wir von einer englischen Fregatte angehalten.

Am 2. Juli endlich trat ich in das Quarantainehaus zu Marseille.

Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 30. August 1809 enthält folgende Worte: „Herr Arago, aus Afrika zurückgekehrt, legt die Manuscripte seiner letzten Beobachtungen auf Iviza, Formentera und Majorka vor.“

Die Details aller behufs der eigentlichen Meridianmessung, d. h. zur Berechnung der 16 ersten Dreiecke der gesammten Unternehmung (s. Fig. 11) gemachten Beobachtungen, sind in dem vierten Bande der Base du système métrique *) veröffentlicht worden. Ich muß mich begnügen, hier die vollständig berechneten Resultate anzuführen. Außer den 16 ersten, dem Publicum schon bekannten Dreiecken **) enthält die folgende Tabelle noch das 17te, das ich durch meine letzten Messungen erhalten hatte.

Benennungen der Dreiecke.	Sphärische Winkel.			
1. Dreieck.	Matas	54°	23′	41,08″
Matas, Mont-Serrat, Morella.	Mont-Serrat . .	60	13	22,10
	Morella	65	22	59,91
		180	0	3,09
2. Dreieck.	Mont-Serrat . .	70°	11′	15,83″
Mont-Serrat, Morella, Montagut.	Morella	59	7	59,64
	Montagut . . .	50	40	47,86
		180	0	3,33
3. Dreieck.	Morella	37°	28′	38,68″
Morella, Montagut, St. Jean.	Montagut . . .	84	29	23,68
	St. Jean	58	2	1,00
		180	0	3,36
4. Dreieck.	Montagut . . .	42°	40′	43,25″
Montagut, St. Jean, Lleberia.	St. Jean	107	0	36,37
	Lleberia	30	18	43,50
		180	0	3,12

*) Dieser Band führt auch den Titel: Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques etc., redigé par Biot et Arago. Paris 1821.

Anmerk. d. d. Ausg.

**) Die Zahlen dieser Tabelle, die ganz von Arago's Hand geschrieben ist, weichen etwas von denjenigen ab, die S. 179 bis 182 des 4. Bandes der Base du système métrique angegeben sind. [Eine Vergleichung der oben im Texte gegebenen Zahlenwerthe mit den im 4. Bande der Base du syst. métr. veröffentlichten lehrt sogleich, daß die erstern Werthe nicht die beobachteten, sondern die berechneten Werthe der Dreieckswinkel vorstellen. Anmerk. d. d. Ausg.]

Benennungen der Dreiecke.	Sphärische Winkel.			
5. Dreieck. St. Jean, Lleberia, Mont-Sia.	St. Jean	33°	17′	57,36″
	Lleberia	124	26	34,88
	Mont-Sia . . .	22	15	32,98
		180	0	5,22
6. Dreieck. Lleberia, Bosch de l'Espina, Mont-Sia.	Lleberia	33°	0′	0,64″
	Bosch de l'Espina	93	26	45,84
	Mont-Sia . . .	53	33	17,55
		180	0	4,03
7. Dreieck. Mont-Sia, Bosch de l'Espina, Tosal de Encanade.	Mont-Sia . . .	44°	26′	42,42″
	Bosch	74	44	13,70
	Tosal	60	49	5,99
		180	0	2,11
8. Dreieck. Mont-Sia, Tosal, Ares.	Mont-Sia . . .	35°	45′	45,49″
	Tosal	108	10	53,61
	Ares	36	3	24,05
		180	0	3,15
9. Dreieck. Mont-Sia, Ares, Desierto de las Palmas.	Mont-Sia . . .	37°	52′	58,58″
	Ares	88	17	45,50
	Desierto	53	49	22,53
		180	0	6,61
10. Dreieck. Ares, Desierto de las Palmas, Espadan.	Ares	37°	7′	33,23″
	Desierto	101	17	34,72
	Espadan	41	34	56,54
		180	0	4,49
11. Dreieck. Desierto de las Palmas, Espadan, Cullera.	Desierto	47°	2′	11,01″
	Espadan	111	45	8,37
	Cullera	21	12	48,44
		180	0	7,82
12. Dreieck. Espadan, Cullera, Mongo.	Espadan	11°	54′	54,84″
	Cullera	149	16	8,23
	Mongo	18	49	2,50
		180	0	5,57
13. Dreieck. Desierto de las Palmas, Cullera, Mongo.	Desierto	16°	51′	18,16″
	Cullera	128	3	19,85
	Mongo	35	5	32,88
		180	0	10,89

Benennungen der Dreiecke.	Sphärische Winkel.			
14. Dreieck. Desierto de las Palmas, Espadan, Mongo.	Desierto	63°	53′	29,95″
	Espadan	99	50	11,57
	Mongo	16	16	31,62
		180	0	13,14
15. Dreieck. Desierto de las Palmas, Mongo, Iviza.	Desierto	42°	5′	36,35″
	Mongo	78	4	9,49
	Iviza	59	50	53,16
		180	0	39,00
16. Dreieck. Mongo, Iviza, Formentera.	Mongo	21°	58′	42,41″
	Iviza	95	28	18,02
	Formentera . . .	62	33	12,54
		180	0	12,97
17. Dreieck. Iviza, Formentera, Majorka.	Iviza	104°	9′	53,94″
	Formentera . .	55	55	52,91
	Majorka	19	54	26,12
		180	0	12,97

Folgendes sind die Längen der Seiten jedes dieser Dreiecke, in Toisen und Metern:

		Toisen.		Meter.
1. Dreieck.	Matas — Morella	19379,1	=	37770,4
	Matas — Mont-Serrat . . .	20297,8		39561,1
	Morella — Mont-Serrat . .	18152,9		35380,7
2. Dreieck.	Mont-Serrat — Morella . .	18152,9	=	35380,7
	Morella — Montagut	22076,0		43026,9
	Montagut — Mont-Serrat . .	20141,4		39256,6
3. Dreieck.	Montagut — Morella	22076,0	=	43026,9
	St. Jean — Morella	25901,8		50482,6
	St. Jean — Montagut . . .	15832,3		30859,2
4. Dreieck.	Montagut — St. Jean . . .	15832,3	=	30859,2
	St. Jean — Lleberia	21265,8		41447,8
	Montagut — Lleberia	29998,4		58468,3
5. Dreieck.	Lleberia — St. Jean	21265,8	=	41447,8
	Mont-Sia — St. Jean . . .	46299,5		90239,5
	Mont-Sia — Lleberia	30822,0		60073,2

		Toisen.		Meter.
6. Dreieck.	Aleberia — Mont-Sia	30822,0	=	60073,2
	Bosch de l'Espina — Aleberia	24838,7		48411,5
	Bosch de l'Espina — Mont-Sia	16817,3		32777,4
7. Dreieck.	Mont-Sia — Bosch de l'Espina	16817,3	=	32777,4
	Tosal — Mont-Sia	18582,6		36218,2
	Tosal — Bosch de l'Espina . .	13487,7		26288,1
8. Dreieck.	Mont-Sia — Tosal	18582,6	=	36218,2
	Ares — Mont-Sia	29995,7		58462,7
	Tosal — Ares	18451,4		35962,5
9. Dreieck.	Mont-Sia — Ares	29995,7	=	58462,7
	Mont-Sia — Desierto	37144,2		72395,5
	Ares — Desierto	22818,3		44473,7
10. Dreieck.	Desierto — Ares	22818,3	=	44473,7
	Espadan — Desierto	20751,0		40444,5
	Espadan — Ares	33715,3		65712,4
11. Dreieck.	Desierto — Espadan	20751,0	=	40444,5
	Cullera — Desierto	53268,8		103818,9
	Cullera — Espadan	41967,7		81796,5
12. Dreieck.	Espadan — Cullera	41967,7	=	81796,5
	Espadan — Mongo	66490,0		129591,5
	Cullera — Mongo	26862,1		52355,3
13. Dreieck.	Mongo — Cullera	26862,1	=	52355,3
	Desierto — Mongo	72960,0		142201,7
	Cullera — Desierto	53266,8		103818,9
14. Dreieck.	Mongo — Desierto	72960,0	=	142201,7
	Espadan — Mongo	66492,1		129595,5
	Espadan — Desierto	20751,0		40444,5
15. Dreieck.	Mongo — Desierto	72960,0	=	142201,7
	Desierto — Campvey	82555,6		160904,8
	Mongo — Campvey	56559,0		110235,6
16. Dreieck.	Campvey — Mongo	56559,0	=	110235,6
	Campvey — Mola	23851,4		46487,3
	Mongo — Mola	63443,1		123652,9
17. Dreieck.	Mola — Campvey	23851,4	=	46487,3
	Mola — Majorka	67922,9		132384,2
	Majorka — Campvey	58164,0		113363,8

In Betreff der Details der geodätischen Messungen zur Bestimmung der 16 ersten Dreiecke muß ich auf den 4. Band der Base du système métrique verweisen; sie sind vollständig von Biot veröffentlicht worden. Dagegen werde ich hier die Zahlenwerthe der von mir für das 17. Dreieck zwischen Formentera, Iviza und Majorka gemachten Messungen mittheilen.

Campvey.

Für den Winkel, dessen Scheitel in Campvey auf Iviza liegt, sind die Elemente zur Reduction auf den Mittelpunkt*) $r = 0{,}87$ Meter, und $y = 217^\circ\ 47'\ 20''$. Die Beobachtungen haben ergeben:

Winkel zwischen den Signallampen der Mola von Formentera und des Clop de Galazo auf Majorka.

5. April 1808

40 Beobachtungen haben gegeben $115{,}7374344^g$ **) $= 104^\circ\ 9'\ 49{,}288''$

6. April

10 „ „ „ 115,7374500 = 104 9 49,339

6. April

20 „ „ „ 115,7370438 = 104 9 48,022

Mittel	104 9 48,933
Reduction auf den Mittelpunkt	— 1,406
Winkel am Mittelpunkte	104 9 47,527

Zenithdistanz der Signallampen von Formentera.

5. April 1808

12 Beobachtungen haben gegeben $100{,}46410^g = 90^\circ\ 25'\ 3{,}684''$

7. April

6 „ „ „ 100,46325 = 90 25 0,930

*) Zum Verständniß des Obigen möge hier folgende Stelle aus dem 1. Bande der Base du syst. métr. (Disc. prél.) S. 118 angeführt werden: „So oft es anging, sagt Delambre, stellte ich mich im Mittelpunkte der Station auf; dies war aber nicht wohl thunlich bei Thürmen und selbst bei gewissen Signalen. Es wird dann eine Correction nöthig; und um sie zu berechnen, bedarf man des Abstandes vom Mittelpunkte und des Winkels, welchen dieser Abstand mit den beobachteten Objecten macht.“ r ist der Abstand des Mittelpunktes des Repetitionskreises vom Mittelpunkte der Station, und y der eben zuvor bezeichnete Winkel.

Anmerk. d. d. Ausg.

**) g bezeichnet Grade, von denen 400 auf den Umkreis gehen. Anm. d. d. Ausg.

Bei den letztern Beobachtungen war nach dem Gipfel des Berges visirt worden.

Zenithdistanz der Signallampen auf Majorka (Clop de Galazo).

6. April Morgens

10 Beobachtungen haben gegeben 100,159775g = 90° 8′ 37,671″

6. April Abends

10 „ „ „ 100,152762 = 90 8 14,950

Bei den ersten Beobachtungen war nach dem Gipfel des Berges, bei den letztern nach der Signallampe visirt worden.

Daraus folgt für die Reduction*) auf den Horizont +5,259″, und der sphärische Winkel, dessen Scheitel Campvey ist, beträgt hiernach 104° 9′ 52,786″.

Die Mola von Formentera.

Als Elemente der Reduction auf den Mittelpunkt für den Winkel zwischen Campvey und dem Clop de Galazo hat man r = 3,210 Meter, und y = 188° 0′ 36″.

Winkel zwischen den Signallampen auf Iviza (Campvey) und auf Majorka (Clop de Galazo).

23. Februar 1808

10 Beobachtungen haben gegeben 62,1469750g = 55° 55′ 56,199″

27. Februar

38 „ „ „ 62,1470427 = 55 55 56,428

29. Februar

10 „ „ „ 62,1470375 = 55 55 56,405

4. März

50 „ „ „ 62,1466975 = 55 55 55,300

Mittel	55	55	56,174
Reduction auf den Mittelpunkt . . .		—	2,508
Winkel am Mittelpunkte	55	55	53,666

*) Die Reduction auf den Horizont besteht in der Aufsuchung des Winkels am Zenith in einem sphärischen Dreieck, das durch die Winkelabstände der beiden Objecte unter sich und von dem Zenith des Beobachters gebildet wird. Base du syst. métr. (Disc. prél.) I. 138. Anmerk. d. d. Ausg.

Zenithdistanz der Signallampen auf Majorka (Clop de Galazo).

29. Februar 1808

10 Beobachtungen haben gegeben	100,200500g	=	90°	10′	49,620″
4. März					
10 „ „ „	100,198375	=	90	10	42,739
Mittel			90	10	46,179

Zenithdistanz der Signallampen auf Iviza (Campvey).

3. März 1808

10 Beobachtungen haben gegeben	99,907500g	=	89°	55′	0,300″
7. März					
10 „ „ „	99,912450	=	89	55	16,300
Mittel			89	55	8,319(?)

Daraus folgt für die Reduction auf den Horizont —1,904″, und der sphärische Winkel, dessen Scheitel die Mola bildet, beträgt hiernach 55° 55′ 51,762″.

Clop de Galazo.

Um den am Clop de Galazo auf Majorka von den Gesichtslinien nach Iviza und der Mola von Formentera gebildeten Winkel zu bestimmen, sind zwei Reihen von Beobachtungen gemacht worden:

Erste Beobachtungsreihe zur Bestimmung des Winkels zwischen den Signallampen von Campvey und von Formentera.

4. Mai 1808

20 Beobachtungen haben gegeben	22,1168812g	=	19°	54′	18,695″
8. Mai					
22 „ „ „	22,1169034	=	19	54	18,767
Mittel			19	54	18,731

Da die Elemente der Reduction auf den Mittelpunkt sind r = 1,13 Meter = 0,580 Toisen, und y = 307° 48′ 43″, so erhält man für diese Reduction + 0,290″, und folglich den Winkel am Mittelpunkte 19° 54′ 19,021″.

Zweite Beobachtungsreihe zur Bestimmung des Winkels zwischen den Signallampen von Campvey und Formentera.

	10. Mai 1808				
20 Beobachtungen haben gegeben	22,1172312ᵍ	=	19°	54′	19,829″
	11. Mai				
20 „ „ „	22,1171562	=	19	54	19,586
	13. Mai				
10 „ „ „	22,1174500	=	19	54	20,538
	14. Mai				
10 „ „ „	22,1171375	=	19	54	19,526
	15. Mai				
20 „ „ „	22,1171950	=	19	54	19,712
Der Anzahl der Beobachtungen proportionales Mittel			19	54	19,789

Für diese Reihe von Messungen sind die Elemente zur Reduction auf den Mittelpunkt r = 1,580 Meter = 0,81 Toisen, und y = 206° 40′ 10″. Die Reduction auf den Mittelpunkt ist folglich — 0,987″ und der reducirte Winkel beträgt 19° 54′ 19,789″.

Das Mittel beider Bestimmungen ist 19° 54′ 18,912″.

Die Signallampen auf Formentera entsprechen nicht dem alten Mittelpunkte der Station; sie sind in der Richtung nach Campvey um 1,85 Meter vorgerückt; man wird folglich an den beobachteten Winkeln eine von dieser Excentricität abhängige Reduction anbringen müssen.

Zenithdistanzen zur Berechnung der Reduction des zwischen Campvey und Formentera eingeschlossenen Winkels auf den Horizont.

Signallampen auf Formentera.

	10. Mai 1808				
10 Beobachtungen haben gegeben	100,8964875ᵍ	=	90°	48′	24,620″
	16. Mai				
10 „ „ „	100,8846375	=	90	47	46,226
	Mittel		90	48	5,423

Signallampen von Campvey.

	10. Mai				
6 Beobachtungen haben gegeben	100,767396ᵍ	=	90°	41′	26,363″
	16. Mai				
10 „ „ „	100,960050	=	90	41	2,562
	Mittel		90	41	14,462

Daraus folgt für die Reduction auf den Horizont +4,932″, und der sphärische Winkel beträgt hiernach 19° 54′ 23,844,″. Da aber, wie erwähnt, die Signallampen in der Richtung nach Campvey um 1,85 Meter = 0,905 Toisen vorgerückt waren, so resultirt daraus eine Correction von +2,276″. Der Winkel am Clop de Galazo wird also 19° 54′ 26,120″.

Die drei Winkel des Dreiecks, wie sie aus den Beobachtungen sich ergeben haben, sind folglich

Winkel, dessen Scheitel liegt in Iviza . . .	=	104°	9′	52,786″
„ „ Formentera . .	=	55	55	51,762
„ „ Majorka . .	=	19	54	26,120
Summe . . .		180	0	10,668

Der aus den Beobachtungen sich ergebende sphärische Exceß ist also	+10,668″
Die Rechnung gibt für den sphärischen Exceß . . .	+12,967
Differenz oder Fehler der Summe der drei Winkel . .	2,299
An den Winkeln in Campvey und Formentera*) anzubringende positive Correction	1,149

Man hat folglich für die drei Winkel die folgenden Werthe:

Iviza	104°	9′	53,935″
Formentera	55	55	52,911
Majorka	19	54	26,120
	180	0	12,966
Sphärischer Exceß			12,966

Von Formentera aus beobachteter Winkel zwischen den Signallampen in Campvey und Santa-Eulalia.

Erste Stellung der Mire.

11. Jan. 1808,	30 Beob. haben als mittleren Winkel gegeben	22,0022875[g]
12. „	20 „ „	22,0021062
14. „	20 „ „	22,0021750
	Mittel	22,0021895[g]
	oder	19° 48′ 7,094″

*) Weshalb nur zwei Winkel des Dreiecks corrigirt werden, ist aus dem Texte nicht ersichtlich. Anmerk. d. d. Ausg.

Die Elemente zur Reduction auf den Mittelpunkt sind r = 0,5 Toisen, und y = 164° 23′ 14″, woraus man für die Reduction — 1,918″ und also für den Winkel am Mittelpunkte 19° 48′ 5,176″ findet.

Zenithdistanz von Santa-Eulalia.

17. Jan. 1808, 10 Beobachtungen haben gegeben 100,4429750ᵍ = 90° 23′ 55,239″.

10. Febr., mit dem Breitenkreise, haben 10 Beobachtungen gegeben 100,4455626ᵍ = 90° 24′ 3,622″; die Correction des Niveaus beträgt aber — 5,547″, und folglich ist der Winkel am Zenith 90° 23′ 58,075″.

Das Mittel der beiden Zenithabstände der Signallampe in Santa-Eulalia ist 90° 23′ 56,657″.

Daraus erhält man für die Reduction auf den Horizont — 20,5138″, und folglich für den Winkel zwischen den Signallampen in Campvey und Santa-Eulalia 19° 47′ 46,580″.

Zweite Stellung der Mire.

28. Febr. 1808,	10 Beob.	haben gegeben	21,9527250ᵍ	= 19° 45′ 26,829″
1. März	20	„	21,9525000	= 19 45 26,100
		Mittel der beiden Reihen . . .		19 45 26,464

Da die Elemente der Reduction auf den Mittelpunkt r = 0,43 Toisen und y = 163° 36′ 7″ sind, so findet man für diese Reduction — 7,716″. Die corrigirte Zenithdistanz ist gefunden worden zu 90° 23′ 28″.

Daraus erhält man für die Reduction auf den Horizont — 19,879″, und folglich 19° 45′ 4,869″ für den Winkel zwischen den Signallampen in Campvey und Santa-Eulalia für die zweite Stellung der Mire.

Von Clop de Galazo aus beobachteter Winkel zwischen den Signallampen in Campvey und der Mola von San-Fortun.

23. Mai 1808,	6 Beob.	haben gegeben	63,0606000ᵍ	= 56° 45′ 16,344″
27. „	6	„	63,0592917	= 56 45 12,105
„	30	„	63,0593583	= 56 45 12,321
		Proportionales Mittel . . .		56 45 12,865

Die Elemente zur Reduction auf den Mittelpunkt des Meridianfernrohres sind r = 1,5 Meter = 0,77 Toisen, und y = 182° 42′. Diese Reduction ist folglich — 0,861″. Der Winkel am Mittelpunkte wird also 56° 45′ 12,004″.

Zenithdistanz der Signallampe von San-Fortun.

Am ... Mai 1808, haben 4 Beobachtungen gegeben 105,4112500g = 94° 52′ 14,450″.

Die Reduction auf den Horizont ist folglich — 4′ 6,800″.

Hieraus ergiebt sich der horizontale Winkel zwischen San-Fortun und Campvey zu 56° 41′ 5,204″.

Nach den vorstehenden Daten findet man leicht die Azimute von Formentera und Majorka. Es ist:

Winkel zwischen Campvey und Majorka	55° 55′ 52,911″
Winkel zwischen Santa-Eulalia und Campvey für die erste Stellung der Mire	19 47 44,662
Winkel zwischen Santa-Eulalia und Majorka . .	36 8 8,249
Abweichung des Meridianfernrohres, 13,7 Zeitsecund.	+ 3 25,500
Azimut von Majorka, gesehen von Formentera, aus der ersten Stellung der Mire hergeleitet . . .	36° 11′ 33,749″
Winkel zwischen Campvey und Majorka	55° 55′ 52,911″
Winkel zwischen Santa-Eulalia und Campvey für die zweite Stellung der Mire	19 45 4,869″
Winkel zwischen Santa-Eulalia und Majorka . .	36 10 48,042
Abweichung des Meridianfernrohres, 3 Zeitsecunden.	+ 45,000
Azimut von Majorka, gesehen von Formentera, aus der zweiten Stellung der Mire hergeleitet . . .	36° 11′ 33,042″
Winkel zwischen San-Fortun und Campvey . . .	56° 41′ 5,204″
Winkel zwischen Formentera und Campvey . . .	19 54 26,120
Winkel zwischen San-Fortun und Formentera . .	36 46 39,084
Oestliche Abweichung des Meridianfernrohres auf dem Clop de Galazo, 2,3 Zeitsecunden . . .	— 34,500
Azimut von Formentera auf dem Horizonte von Majorka	36° 46′ 4,584″

Die Abweichungen des Meridianfernrohres auf der Mola von Formentera und dem Clop de Galazo sind aus zahlreichen Beobachtungen von Sterndurchgängen und Bestimmungen des Ganges der Uhr hergeleitet worden. Die berechneten Abweichungen waren:

Abweichung auf Formentera.

Erste Stellung der Mire. — Durch Capella.

20.	Januar 1808	α im Widder . . .	13,943	Sec.,	westliche Abweichung.
"	"	Aldebaran	13,656	"	"
"	"	α im Orion . . .	13,680	"	"
"	"	Sirius	13,414	"	"
24.	"	Aldebaran	13,483	"	"
"	"	α im Orion . . .	13,495	"	"
28.	"	α im Walfisch . .	13,736	"	"
"	"	ε im Eridanus . .	13,723	"	"
"	"	γ im Eridanus . .	14,296	"	"
"	"	ε im Stier	13,913	"	"
"	"	Aldebaran	13,829	"	"
"	"	Rigel	14,025	"	"
"	"	γ im Orion . . .	13,714	"	"
"	"	δ im Orion . . .	13,946	"	"
"	"	ε im Orion . . .	13,926	"	"
"	"	ζ im Orion . . .	13,677	"	"
"	"	α im Orion . . .	13,951	"	"
"	"	Sirius	13,425	"	"
"	"	ε im großen Hunde	13,875	"	"
29.	"	α im Walfisch . .	14,356	"	"
"	"	Aldebaran	14,124	"	"
"	"	Rigel	14,243	"	"
"	"	α im Orion . . .	14,118	"	"
"	"	Sirius	13,929	"	"
"	"	ε im Eridanus . .	13,883	"	"
"	"	γ im Eridanus . .	14,556	"	"
"	"	γ im Orion . . .	14,118	"	"
"	"	ε im Orion . . .	14,291	"	"
"	"	ζ im Orion . . .	14,351	"	"
"	"	ε im großen Hunde	14,242	"	"
30.	"	α im Walfisch . .	13,841	"	"
"	"	Rigel	13,894	"	"
"	"	α im Orion . . .	13,894	"	"

31. Januar 1808	Aldebaran	13,673	Sec.,	westliche Abweichung.
" "	Rigel	13,807	"	"
" "	α im Orion . . .	13,894	"	"

Durch α im Perseus.

28. Januar 1808	ε im Eridanus . .	13,142	Sec.,	westliche Abweichung.
" "	γ im Eridanus . .	13,702	"	"
" "	ε im Stier . . .	13,091	"	"
" "	Aldebaran	13,069	"	"
" "	Rigel	13,470	"	"
" "	γ im Orion . . .	13,100	"	"
" "	δ im Orion . . .	13,368	"	"
" "	ε im Orion . . .	13,399	"	"
" "	ζ im Orion . . .	13,086	"	"
" "	α im Orion . . .	13,305	"	"
" "	Sirius	13,004	"	"
" "	ε im großen Hunde	13,490	"	"
29. "	ε im Eridanus . .	13,449	"	"
" "	γ im Eridanus . .	14,047	"	"
" "	Aldebaran	13,423	"	"
" "	Rigel	13,696	"	"
" "	γ im Orion . . .	13,525	"	"
" "	ε im Orion . . .	13,746	"	"
" "	ζ im Orion . . .	13,816	"	"
" "	α im Orion . . .	13,741	"	"
" "	Sirius	13,516	"	"
" "	ε im großen Hunde	13,873	"	"

Zweite Stellung der Mire. — Durch Capella.

17. Februar 1808	Rigel	2,7985	Sec.,	westliche Abweichung.
" "	α im Orion . . .	2,6078	"	"
18. "	Rigel	2,8856	"	"
" "	α im Orion . . .	2,7076	"	"
23. "	Rigel	3,2994	"	"
" "	α im Orion . . .	3,3061	"	"
2. März 1808	Rigel	3,1140	"	"
" "	α im Orion . . .	3,2031	"	"
3. "	Rigel	3,0162	"	"
" "	α im Orion . . .	3,2206	"	"
5. "	Rigel	3,1469	"	"
" "	α im Orion . . .	3,3061	"	"

Abweichung auf dem Clop de Galazo.

25. Mai 1808	ϑ im Centaur und η im großen Bären . . .	2,214	Sec.	östliche Abweichung.
„ „	α im Drachen u. Arktur	1,790	„	„
„ „	ϑ im Centaur	2,412	„	„

Durch α im Drachen.

27. Mai 1808	Spica	2,254	Sec.	östliche Abweichung.
„ „	ϑ im Centaur	2,579	„	„
„ „	Arktur	2,157	„	„
„ „	α^2 in der Waage . .	2,352	„	„
„ „	α in der Schlange . .	2,299	„	„
„ „	Antares	2,245	„	„
„ „	ε im Skorpion. . . .	2,560	„	„

Im 4. Bande der Base du système métrique findet man die von Biot gegebene Zusammenstellung aller in Bezug auf die Bestimmung der Breite von Formentera gemachten Beobachtungen; ich brauche daher hier nur eine kurze Zusammenstellung unserer Messungen zu geben.

Zusammenstellung der Beobachtungen des oberen Durchganges des Polarsterns.

Datum.	Anzahl der Beobachtungen.	Breite.	Name des Beobachters.
11. December 1807	22	38° 39′ 58,72″	Biot.
12. „	44	53,05	Biot.
13. „	54	56,42	Biot.
14. „	46	57,57	Biot.
15. „	86	57,73	Arago.
16. „	80	56,28	Arago.
17. „	38	56,42	Arago.
19. „	30	57,43	Arago.
20. „	120	56,29	Arago.
21. „	50	56,15	Arago.
22. „	24	55,53	Arago.
23. „	22	57,41	Arago.
24. „	50	57,15	Arago.
26. „	94	58,47	Biot.
27. „	82	40′ 0,66	Biot.
28. „	106	39 56,42	Arago.

29. December 1807	100	38° 39′ 56,63″	Arago.
1. Januar 1808	22	56,64	Arago.
2. „	108	57,07	Arago.
5. „	72	59,32	Chaix.
Mittel aus	1250 Beob.	38° 39′ 57,07″	

Zusammenstellung der Beobachtungen des unteren Durchganges des Polarsterns.

Datum.	Anzahl der Beobachtungen.	Breite.	Name des Beobachters.
27. December 1807	64	38° 39′ 55,28″	Biot.
29. „	100	54,71	Arago.
30. „	10	56,15	Biot.
3. Januar 1808	88	56,85	Biot.
4. „	120	56,72	Arago.
5. „	84	54,94	Biot.
10. „	100	56,53	Arago.
11. „	102	57,05	Arago.
12. „	80	54,52	Biot.
25. „	88	53,33	Arago.
28. „	90	53,55	Arago.
29. „	88	53,83	Arago.
30. „	92	53,69	Arago.
1. Februar	42	53,64	Chaix.
2. „	90	54,09	Chaix.
6. März	80	53,93	Arago.
Mittel aus	1318 Beob.	38° 39′ 54,93″	
Mittel aus dem anderen Durchgange . .		38 39 57,07	

Mittel der beiden Reihen oder definitive Breite nach den Beobachtungen des Polarsterns . . . . 38° 39′ 56,00″.

Zusammenstellung der Beobachtungen des unteren Durchganges von β im kleinen Bären.

Datum.	Anzahl der Beobachtungen.	Breite.	Name des Beobachters.
11. December 1807	62	38° 39′ 54,45″	Arago.
12. „	60	53,79	Arago.
13. „	60	53,29	Arago.
14. „	68	54,65	Arago.

15. December 1807	46	38° 39′ 57,16	Biot.
19. "	30	55,62	Biot.
20. "	60	57,40	Biot.
21. "	18	56,33	Biot.
22. "	34	55,77	Biot.
23. "	10	55,80	Biot.
24. "	30	56,59	Biot.
25. "	26	40 0,32	Biot.
26. "	56	39 55,54	Arago.
27. "	70	56,80	Arago.
28. "	40	56,06	Chaix.
29. "	54	55,08	Chaix.
Mittel aus	724 Beob.	38° 39′ 55,92″	

Zusammenstellung der Beobachtungen des oberen Durchganges von β im kleinen Bären.

Datum.	Anzahl der Beobachtungen.	Breite.	Name des Beobachters.
28. Januar 1808	36	38° 39′ 54,80″	Arago.
29. "	40	54,08	Arago.
30. "	50	54,26	Arago.
1. Februar	48	56,19	Arago.
2. "	58	56,54	Arago.
10. "	46	55,72	Arago.
12. "	54	55,63	Arago.
19. "	44	59,29	Chaix.
23. "	42	57,13	Arago.
28. "	48	58,01	Chaix.
29. "	46	58,42	Chaix.
1. März	40	57,44	Arago.
2. "	40	56,90	Arago.
4. "	50	56,49	Chaix.
5. "	46	55,69	Arago.
6. "	10	51,35	Chaix.
Mittel aus	698 Beob.	38° 39′ 56,12″	
Mittel aus dem oberen Durchgange . .		38 39 55,92	

Mittel aus beiden Reihen, oder Breite aus β im kleinen Bären . . . . . 38° 39′ 56,02″
Breite aus dem Polarsterne 38 39 56,00

Mittel oder definitive Breite . . . . . 38° 39′ 56,01″.

Berechnet man das Azimut von Formentera für den Horizont von Majorka nach der eben angegebenen Breite, so findet man 36° 46′ 4,500″, welche Zahl nicht merklich von derjenigen abweicht, die aus den Beobachtungen hergeleitet und oben S. 67 zu 36° 46′ 4,584″ angegeben worden ist.

Die Breite des Clop de Galazo, nach den vorstehend gegebenen Elementen berechnet, ist 39° 37′ 18″.

Berechnet man nach den auf jeder unserer Stationen gemachten Beobachtungen die geographischen Positionen jedes Scheitels unserer Dreiecke, so erhält man für die geodätischen Breiten, Längen und Höhen folgende Werthe:

Name der Stationen.	Breiten.	Längen in Graden.	Längen in Zeit.	Absolute Höhen in Metern der Mire.	Absolute Höhen in Metern des Bodens.
Mont-Serrat	41° 36′ 21,52″ N.	0° 31′ 35,44″ W.	0h 2m 6,36s W.	—	1237,2
Mont-Matas	41 30 34,18	0 4 11,40	0 0 16,76	—	468,9
Montagut	41 24 25,92	0 54 56,04	0 3 39,71	953,3	952,3
Mont-Jouy (Thurm) .	41 21 50,17	0 17 8,53	0 1 8,57	204,8	191,8
Morella (Puy de la) . .	41 17 49,07	0 25 21,20	0 1 41,41	598,2	595,2
St.-Jean	41 8 3,31	0 59 5,30	0 3 56,35	92,6	85,7
Lleberia	41 5 34,32	1 28 22,29	0 5 53,49	919,4	918,1
Bosch de l'Espina . .	40 52 47,83	1 58 38,76	0 7 54.58	1179,0	1178,0
Tosal de Encanadé . .	40 43 25,33	2 12 41,46	0 8 50,76	1393,4	1392,0
Mont-Sia	40 36 51,94	1 48 28,20	0 7 13,88	763,8	762,3
Ares	40 28 0,79	2 28 13,44	0 9 52,90	1318,7	1317,6
Desierto de las Palmas	40 5 10,50	2 18 27,30	0 9 13.82	727,9	726,4
Espadan.	39 54 24,48	2 43 11,35	0 10 52 76	1040,2	1038,7
Cullera	39 10 37,13	2 35 23,29	0 10 21,55	221,7	219,8
Mongo	38 48 27,02	2 12 50,86	0 8 51,39	713,1	711,9
Camvey (Iviza) . . .	39 3 36,06	0 59 4,04	0 3 56.34	397,7	396,4
Formentera (die Mola) .	38 39 56,80	0 48 11,26	0 3 12,75	187,9	183,2
Clop de Galazo . . .	39 37 18,00	0 12 16,00 O.	0 0 49,06 O.	969,0	966,0

Während meines Aufenthaltes auf Formentera habe ich mir es auch angelegen sein lassen, eine gewisse Anzahl barometrischer Beobachtungen zu sammeln, die zur Bestimmung des mittleren Atmosphärendruckes und zur Schätzung der täglichen Veränderungen auf den Inseln des mittelländischen Meeres dienen können. Gleichzeitig am Ufer des Meeres und auf der Mola angestellte Beobachtungen mußten auch dienen, den aus dem trigonometrischen Nivellement hergeleiteten Werth für die Höhe dieses Berges zu verificiren. Ich werde hier die Resultate dieser Beobachtungen folgen lassen:

Datum und Stunden der Beobachtungen.	Beobachteter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Atmosphärische Zustände.
30. December 1807				
	Mill.		Mill.	
6h 45m Ab.	750,7	11,2°	749,3	
9 0	750,6	11,0	749,3	
10 20	751,2	11,0	749,9	
31. December 1807				
9h 0m	751,1	10,5°	749,8	Himmel bedeckt, bisweilen einige Tropfen Regen; schwacher Nordostwind.
10 45	751,1	10,5	749,8	
1 0	749,6	10,9	748,3	
2 0	749,4	10,9	748,1	
4 5	749,0	10,9	747,7	
5 30	748,9	10,4	747,6	
7 15	748,9	10,2	747,7	
10 15	748,5	10,1	747,3	
1. Januar 1808				
8h 15m	747,1	10,5°	745,8	
9 50	747,3	11,0	746,0	Während dieser Beobachtungen starker Westsüdwestwind; während eines großen Theils der Nacht regnete es.
10 20	747,3	11,0	746,0	
11 20	746,9	11,8	745,5	
12 10	746,4	11,9	745,0	
12 40	746,1	11,9	744,7	
2 10	745,7	11,9	744,3	
4 45	745,2	11,5	743,8	
5 40	745,1	11,2	743,8	
8 45	744,7	11,1	743,4	
10 30	744,3	11,2	743,0	
2. Januar				
9h 50m	741,0	12,5°	739,5	Während dieser Beobachtungen sehr starker Südwestwind.
10 50	741,1	12,9	739,6	
1 30	741,2	13,5	739,6	
5 15	744,1	12,3	742,6	
3. Januar				
10h	747,1	11,6°	745,7	
1. Februar 1808				
4h 23m	755,2	11,0°	754,0	Schwacher Südostwind; schönes Wetter.
5 55	755,4	10,9	754,0	
10 30	756,7	12,8	754,9	
11 30	756,5	13,0	754,7	
2 55	755,4	12,7	753,6	

	Mill.		Mill.	
1. Februar 1808				
4h 30m Ab.	755,2	12,1	753,5	Schwacher Südostwind; schönes Wetter.
7 15	755,3	11,2	753,7	
8 30	755,3	11,0	753,8	
2. Februar 1808				
3h 15m	753,3	11,2°	751,8	Während der Beobachtungen schwacher Südostwind.
4 30	753,4	11,0	751,9	
6 30	753,4	10,5	751,9	
8 45	753,7	12,0	752,0	
10 0	753,8	12,5	752,1	
11 0	753,8	13,1	752,0	
Mittag	753,6	13,1	751,8	
5	752,5	12,5	750,8	
9	752,8	11,3	751,2	
10 15	752,8	—	751,3	
3. Februar				
8h 7m	752,9	11,5°	751,5	Während dieser Beobachtungsreihe ist der Himmel völlig bedeckt.
9 12	753,2	11,7	751,8	
9 27	753,3	11,9	751,9	
9 42	753,4	11,9	752,0	
9 57	753,4	11,6	752,0	
10 12	753,5	11,7	752,1	
10 27	753,4	11,8	752,0	
10 42	753,4	11,8	752,0	
10 57	753,3	11,8	751,9	
11 12	753,3	11,9	751,9	
11 27	753,3	12,0	751,8	
11 42	753,2	12,0	751,7	
11 57	753,2	12,0	751,7	
12 12	753,2	12,0	751,7	
12 27	753,1	12,0	751,6	
12 42	752,9	12,0	751,4	
12 57	752,8	12,0	751,3	
1 12	752,7	12,0	751,2	
1 27	752,5	12,0	751,0	
1 42	752,2	12,0	751,7	
5 2	751,9	11,5	750,5	
10 42	752,4	11,0	751,1	
4. Februar				
7h 30m	752,2	10,2°	750,8	Reichlicher Regen; seit 7 Uhr rasender Ostwind.
10 45	752,5	11,2	751,9	

4. Februar 1808	Mill.		Mill.	
1h 0m Nachm.	751,6	11,2°	750,0	Reichlicher Regen; seit 7 Uhr rasender Ostwind.
2 30	751,2	11,5	749,6	
5 15	751,5	11,0	749,9	
7 15	751,6	11,0	750,1	
9 30	751,6	10,9	750,1	
11 0	751,8	10,9	750,0	
5. Februar				
8h 30m	752,2	10,9°	750,6	Himmel bedeckt; Ostwind während dieser Beobachtungen sehr stark.
10 30	752,7	11,0	751,2	
1 0	752,3	11,0	750,8	
3 3	752,2	10,9	750,7	
6 0	752,3	10,5	750,8	
8 0	752,5	10,7	751,0	
10 0	753,0	10,8	751,5	
11 0	752,9	11,0	751,4	
6. Februar				
8h 0m	753,4	11,0	751,9	Himmel bedeckt; Ostwind den ganzen Tag über sehr stark.
10 30	754,7	11,5	753,1	
Mittag	754,7	11,5	753,1	
—	754,8 *)	—	—	
2 0	754,2	11,7	752,6	
4 0	753,9	11,6	752,3	
6 45	754,9	11,2	753,3	
8 0	755,2	11,1	753,7	
10 30	755,4	11,0	753,8	
Mitternacht	755,3	11,0	753,8	
7. Februar				
7h 45m	754,9	11,5°	753,3	Regen bis 9 Uhr. Himmel bedeckt; während des übrigen Theils des Tages äußerst heftiger Wind.
9 0	755,3	11,8	753,6	
10 0	755,4	12,0	753,7	
11 0	755,4	—	753,7	
Mittag	754,7	12,5	753,0	
2 0	753,9	12,9	752,1	
2 15	753,4	12,2	751,7	
6 10	753,2	12,0	751,5	
7 40	753,1	12,0	751,4	
9 25	753,0	11,8	751,4	
11 0	752,9	11,6	751,3	

*) Beim Berühren der Schraube des Niveau.

	Mill.		Mill.	
8. Februar 1808				
7h 30m	750,6	12,1°	748,9	Himmel bedeckt; Ostwind den ganzen Tag über sehr stark.
9 0	750,4	12,1	748,7	
10 30	750,2	12,5	748,5	
Mittag	749,7	13,6	747,8	
1 30	748,7	13,5	746,8	
3 0	748,3	13,1	746,5	
4 15	748,4	12,6	746,7	
5 45	748,5	12,0	746,8	
7 0	748,1	11,8	746,4	
8 45	746,1	11,7	744,5	
10 15	746,9	12,0	745,2	
10 55	747,1	12,0	745,4	
9. Februar				
2h 0m	746,3	12,0°	744,6	Ostwind bis 6 Uhr sehr stark; dann beruhigt sich das Wetter, der Himmel bleibt aber bedeckt.
9 0	745,2	12,2	743,5	
9 35	745,3	12,4	743,6	
10 20	745,3	12,8	743,5	
11 15	745,2	13,0	743,4	
12 25	744,3	13,0	742,5	
1 45	743,7	13,0	741,9	
3 20	743,6	13,0	741,8	
5 30	743,6	12,0	741,9	
7 5	744,0	12,0	742,3	
8 5	744,1	12,0	742,4	
9 45	744,1	11,5	742,5	
10. Februar				
4h 0m	743,4	11,0	741,9	Geringer Westwind; viel Dünste bis 3h 30m später von 4 Uhr bis 6h 30m starker Nordwind. Während des übrigen Theils des Tages Regen und starker Nordwind.
5 45	743,1	11,0	741,6	
7 30	743,2	11,1	741,7	
8 45	743,8	12,2	742,1	
18 0	744,0	13,0	742,2	
11 15	744,2	13,9	742,2	
Mittag	743,9	14,0	742,0	
1 15	743,7	14,0	741,8	
3 5	743,7	13,5	741,9	
4 45	744,0	12,2	742,3	
6 0	744,5	11,2	743,0	
6 30	745,3	11,1	743,8	
7 45	746,2	9,5	744,9	
9 0	746,2	8,8	745,0	
10 0	747,0	8,8	745,8	

11. Februar 1808

	Mill.		Mill.	
8h 30m	750,7	7,8°	749,6	Sehr starker Nordwind; dicke Wolken.
9 30	750,8	7,9	749,7	
10 30	751,2	8,3	750,0	
11 15	751,2	8,9	749,9	
12 5	751,1	9,0	749,9	
1 10	750,9	9,0	749,7	
2 55	750,8	9,2	749,5	
4 0	750,9	9,0	749,7	
6 20	750,7	8,7	749,5	
7 30	750,8	8,5	749,6	
8 45	750,8	8,8	749,6	
9 25	750,8	8,8	749,5	

12. Februar

4h 45m	748,9	8,0°	747,8	Während dieser Beobachtungen starker Nordwestwind; Himmel ziemlich rein, Horizont trübe.
5 40	748,2	8,1	747,0	
8 5	747,9	9,1	746,7	
10 0	746,9	10,5	745,5	
11 40	746,1	11,1	744,6	
12 45	744,5	11,3	742,9	
4 40	742,5	11,0	740,9	
7 20	742,5	10,5	741,1	

14. Februar

8h	740,8	5,2°	740,1	Während dieser Beobachtungsreihe in Intervallen etwas Schnee; starker Nordwind.
10	741,6	5,1	740,9	
11 20	741,7	6,0	740,9	
Mittag	741,7	6,0	740,8	
1 30	741,6	6,2	740,8	
6 0	743,4	5,0	742,7	
9 0	744,2	4,3	743,6	

15. Februar

8h 15m	745,2	3,5°	744,7	Während des ganzen Tages starker Nordnordwestwind.
9 40	745,5	4,5	744,9	
11 0	745,9	5,6	745,1	
Mittag	745,8	6,0	745,0	
2 30	745,9	6,0	745,1	
4 0	746,2	6,0	745,4	
5 30	746,7	5,5	745,9	
8 20	747,2	5,0	746,5	
9 40	747,4	5,2	746,7	

	Mill.		Mill.	
16. Februar 1808				
7h 30m	748,6	5,1°	747,9	Starker Westnordwestwind.
9 0	749,1	6,0	748,2	
11 0	749,3	7,2	748,8	
Mittag	749,1	8,0	748,0	
3 0	748,1	8,7	746,9	
6 20	747,5	8,5	746,4	
9 20	747,4	9,2	746,1	
17. Februar				
7h 30m	746,7	9,2°	745,4	Bis 6 Uhr sehr starker Westwind; nachher ruhig.
10 15	747,2	10,9	745,7	
11 30	747,3	11,2	745,8	
1 10	747,1	11,9	745,5	
2 53	745,1	11,9	745,5	
5 20	747,6	11,0	746,0	
7 53	748,1	10,5	746,7	
18. Februar *)				
9h 30m	767,8	14,0°	766,1	
9 45	767,8	15,0	765,9	Sonne bald bedeckt, bald sehr glänzend.
10 0	767,9	15,5	766,0	
10 15	768,0	16,9	766,9	
10 30	768,0	16,7	766,9	
11 0	768,0	16,0	766,0	
11 15	768,1	18,0	765,8	
11 30	768,0	16,2	766,0	
11 45	768,0	19,0	765,6	
Mittag	768,0	22,0	766,3	
12 15	767,9	18,0	765,7	
18. Februar **)				
9h 15m	750,4	10,4°	749,0	Himmel wolkig; Nachmittag Regen.
9 30	750,5	10,7	749,0	
9 45	750,5	10,9	749,0	
10 0	750,5	11,0	749,0	
10 15	750,5	11,1	749,0	
10 30	750,6	11,1	749,1	
10 45	750,6	11,0	749,1	
11 0	750,5	10,9	749,0	

*) Am Ufer des Meeres.
**) Auf der Station der Mola.

18. Februar 1808	Mill.		Mill.	
11h 15m	750,5	10,8°	749,0	Himmel wolkig; Nachmittag Regen.
11 30	750,4	10,9	748,9	
11 45	750,4	11,0	748,9	
12 0	750,3	11,4	748,7	
12 15	750,3	11,4	748,7	
12 30	750,2	11,2	748,7	
12 45	750,2	11,0	748,7	
3 20	749,7	10,7	748,2	
5 20	749,6	10,0	748,2	
6 40	749,5	9,5	748,2	
8 40	749,1	9,2	747,8	
9 25	748,5	9,4	747,2	
19. Februar				
3h 25m	745,0	9,4°	743,7	Der Wind wehte bis 2 Uhr aus Westen; darauf ging er nach Südost und war sehr stark; um 5 Uhr regnete es, um 9 Uhr fiel Hagel.
5 0	743,8	9,0	742,6	
7 0	742,8	9,0	741,6	
9 30	743,3	10,0	741,9	
11 25	743,2	11,5	741,6	
1 40	742,6	11,5	741,0	
4 0	742,8	10,0	741,4	
5 25	743,6	9,5	742,2	
7 30	744,5	7,5	743,5	
9 30	745,6	7,3	744,5	
20 Februar				
9h 0m	748,1	6,5°	747,2	Himmel bedeckt; Ostwind, in Unterbrechungen Regen.
11 0	748,9	8,3	747,8	
Mittag	748,9	8,5	747,7	
3 30	748,7	7,1	747,7	
4 30	748,8	7,1	747,7	
7 40	748,9	6,1	748,1	
8 40	749,1	6,0	748,3	
21. Februar				
7h 0m	748,8	6,0°	748,0	Seit 10 Uhr Regen; Ostwind sehr stark.
9 30	749,5	6,5	748,6	
10 45	749,7	6,1	748,9	
11 30	749,6	6,4	748,8	
12 40	749,4	6,0	748,5	
3 0	749,2	6,0	748,3	
4 0	749,2	6,1	748,3	
7 0	749,8	6,5	748,9	
8 15	749,9	6,3	749,0	

22. Februar 1808				
	Mill.		Mill.	
7h 0m	749,9	7,0°	748,9	Seit 5 Uhr Regen; Ostwind sehr stark.
9 45	745,4	7,1	744,4	
11 30	740,3	8,5	739,1	
1 15	750,0	8,9	748,8	
2 45	749,9	8,5	748,7	
5 0	750,1	8,0	749,0	
7 15	750,2	8,0	749,0	
8 30	750,2	8,0	749,1	
23. Februar				
4h 54m	748,4	7,0°	747,4	
6 45	748,1	7,0	747,1	
9 0	748,0	8,1	746,9	
10 50	747,3	9,5	746,0	
12 0	746,3	10,0	744,9	
2 10	744,6	10,0	743,2	
4 30	743,7	9,8	742,3	

Mit den vorstehenden Beobachtungen habe ich die correspondirenden Beobachtungen, die ich in den meteorologischen Tagebüchern der pariser Sternwarte habe finden können, zusammengestellt:

Datum und Stunde der Beobachtungen.	Beobachteter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Atmosphärische Zustände.
1. Februar 1808				
	Mill.		Mill.	
8h 0m	761,3	9,5°	760,2	Südwestwind; einzelne helle Stellen am Himmel.
Mittag	761,5	12,4	760,0	
2 30	760,2	11,9	758,7	
2. Februar				
8h 0m	758,0	9,5°	756,8	Den ganzen Tag starker Südwestwind; Himmel bedeckt; um 3 Uhr regnete es.
10 0	757,5	10,0	756,3	
Mittag	756,8	10,1	755,6	
3 0	755,5	10,3	754,2	
4. Februar				
6h 30m	763,6	1,6°	763,4	Sehr dicker Nebel; um 6 Uhr Westwind; um Mittag ruhige Luft.
9 0	767,6	3,5	767,2	
Mittag	769,0	3,1	768,6	

5. Februar 1808	Mill.		Mill.	
8h	768,8	—1,8°	769,0	Schwacher Südsüdwestwind; Himmel den ganzen Tag trübe oder bedeckt.
Mittag	768,6	4,4	768,1	
8	768,1	3,9	767,6	
Mitternacht	766,3	2,5	766,0	
6. Februar				
8h 30m	765,4	3,5°	765,0	Himmel bedeckt; starker Südsüdwestwind.
9 15	765,4	4,1	764,9	
Mittag	765,2	6,3	764,4	
7. Februar				
8h	762,0	8,0°	761,0	Himmel bedeckt; ziemlich starker Südwestwind.
Mittag	762,7	10,3	761,4	
4	761,8	8,1	760,8	
Mitternacht	760,8	6,5	760,0	
8. Februar				
8h	759,1	7,0°	758,2	Himmel bedeckt; ziemlich starker Südwestwind.
Mittag	757,5	8,9	756,3	
2 30	756,8	9,3	755,7	
7	754,7	6,3	753,9	
9. Februar				
8h	754,4	3,0°	754,0	Himmel sehr wolkig; Westnordwestwind.
Mittag	756,8	4,3	756,3	
7	756,6	3,3	755,9	
10	758,0	—0,8	758,1	
10. Februar				
9h	758,5	1,4°	758,4	Himmel wolkig; Nordwestwind; um 2h 30m schneite es.
Mittag	759,6	3,5	759,2	
2 30	759,9	3,0	759,5	
10	762,0	—1,3	762,2	
11. Februar				Himmel von 7 Uhr bis zum Abend trübe und bedeckt; um 10 Uhr regnete es viel und der Wind wehte mit großer Kraft aus Südwest; im Laufe des Tages hatte er aus Westen gewehet.
5h	761,9	—3,0°	762,3	
7 15	763,1	—3,3	763,5	
Mittag	761,3	3,5	760,9	
2 30	760,0	3,5	759,4	
10 30	750,6	2,0	750,4	

Berechnet man die Höhe der Mola von Formentera nach den am 18. Februar 1808 gleichzeitig am Ufer des Meeres und auf dem Plateau (S. 79) gemachten Beobachtungen mittelst der Oltmann'schen Tafeln, so erhält man die folgenden Zahlen:

	Aus den Barometerständen hergeleitete Höhen in Metern.
für $9^h\,30^m$ Morgens	189,22
für 9 45	187,36
für 10	188,77
für 10 15	199,19
für 10 30	198,00
für 11	188,91
für 11 15	187,49
für 11 30	190,01
für 11 45	186,75
für Mittag	201,27
für 12 15	189,97
Mittel	190,92

Wie man sieht, nähern sich die um 9 Uhr Morgens gemachten Beobachtungen am meisten dem durch das trigonometrische Nivellement erhaltenen Resultate.

Ich habe erwähnt, daß die Resultate unserer Operationen dem Längenbureau übergeben worden waren, um daraus die angemessenen Folgerungen über die Größe des Meridianbogens herzuleiten und die Länge des Meters definitiv zu bestimmen. Zu diesem Behufe wurde von dem Bureau eine aus Mathieu, Bouvard und Burckhardt zusammengesetzte Commission ernannt. Der von dieser Commission verfaßte Bericht wurde 1808 in der Connaissance de temps für 1810 veröffentlicht; er enthält auch die von Biot und mir ausgeführten Messungen der Pendellängen, die ich deshalb in dieser Abhandlung nicht weiter zu erwähnen brauche; er lautet folgendermaßen:

„Das Längenbureau hat aus seinen Mitgliedern eine Commission ernannt, um mit der größten Sorgfalt die auf die Fortsetzung des Meridians in Spanien bis zu den balearischen Inseln bezüglichen Beobachtungen zu prüfen und zu berechnen. Die Resultate dieser Arbeit sind folgende:

„Die neue Messung erstreckt sich von dem Fort Mont-Jouy bei Barcelona bis zu der kleinen Insel Formentera im mittelländischen Meere. Die Länge des Bogens in der Richtung des Meridians von dem Signal von Matas bis zu dem auf Formentera beträgt 315552 Meter. Da er ganz auf das Meer fällt, so hat man ihn gemessen, indem man eine Reihe von Dreiecken auf der spanischen Küste von Barcelona bis zum Königreiche Valencia bildete, und dann die Küste Valencias mit den Inseln durch ein außerordentlich großes Dreieck, dessen eine Seite mehr als 160000 Meter (82555 Toisen) mißt, verband. Bei so großen Abständen wurden die Tagessignale unsichtbar; man hat daher zu Nachtsignalen seine Zuflucht genommen, welche aus mit gutem Luftzuge und mit parabolischen Spiegeln versehenen Lampen bestanden, die auf jeder Station vom Untergange bis zum Aufgange der Sonne beständig brennend erhalten wurden. Die Winkel sind mittelst eines großen Lenoir'schen Repetitionskreises mit allen möglichen Verificationen gemessen worden. Die Triangulation begann im Winter 1806, indem diese Jahreszeit allein hinreichend klare Luft für die Beobachtung der großen Dreiecke darbieten konnte; die geodätischen Operationen waren am Ende des Sommers 1807 beendigt.

„Die Breite von Formentera, dem südlichsten Punkte des Bogens, wurde in jenem Winter aus 2558 Beobachtungen des Polarsternes mittelst eines von Fortin construirten Repetitionskreises mit festem Niveau bestimmt. Die größte Abweichung der partiellen Reihen vom Mittel aller Reihen beträgt 4 Sexagesimalsecunden, und es tritt dieser Fall nur zwei Mal in entgegengesetztem Sinne ein; für alle anderen Reihen steigt die Grenze der äußersten Abweichungen nur auf 2 Secunden. Diese Abweichungen sind dieselben, wie sie Bradley bei seinen Untersuchungen über die Nutation, wo er in der Nähe des Zeniths mit großen Sectoren beobachtete, gefunden hat. Sie scheinen von Veränderungen der Refraction infolge von Gestaltänderung der atmosphärischen Schichten herzurühren; ihre kleinen Werthe geben aber die Gewißheit, daß die aus der Gesammtheit der Beobachtungen hergeleitete Breite, genau ist.

„In Decimalgraden ist diese Breite . . . . . . 42,961777g.

„Die von Delambre beobachtete und blos aus Beobachtungen des Polarsterns hergeleitete Breite von Dünkirchen ist 56,706652

„Unterschied oder Meridianbogen zwischen Dünkirchen und Formentera 13,744875

„Mittelst dieser Resultate kann man das Meter, das uns als Maaßeinheit dient, verificiren. Das Meter, wie es durch die französische Gesetzgebung unabänderlich festgestellt ist, beträgt 443,296 Linien der Toise

von Peru bei $16^3/_4$ C. Diese Länge ist nach der ersten von Méchain und Delambre zwischen Dünkirchen und Barcelona ausgeführten Messung angenommen worden, und sollte dem 10millionensten Theile eines Quadranten des als Ellipse betrachteten Erdmeridians gleich sein. Wenn die Erde genau sphärisch wäre, so würde jeder Decimalgrad 100000 Meter enthalten; durch Multiplication des am Himmel gemessenen Bogens mit 100000 würde man folglich die Entfernung von Dünkirchen bis Formentera gleich 1374487,50 Metern finden.

„Indeß wird durch die Abplattung der Erde dieser Werth etwas vermindert. Um die deshalb nöthige Correction zu berechnen, haben wir für die Abplattung $^1/_{305}$, also den aus der Mondtheorie folgenden Werth, angenommen. Diese Bestimmung hat unter allen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich, weil sie der Gestalt der Erde im Ganzen zukommt, unabhängig von ihren kleinen Unregelmäßigkeiten, die für die Entfernung des Mondes verschwinden. Auf diese Weise findet man, daß man 48,37 Meter von dem Bogen abziehen muß, wodurch die wirkliche Entfernung von Dünkirchen bis Formentera auf dem Sphäroid wird . . . . 1374439,13 Meter.

„Aus den Dreiecksmessungen folgt für dieselbe . . . . 1374438,72 Meter.

„Unterschied zwischen beiden Bestimmungen 0,41 Meter.

„Ein so kleiner Fehler auf einen so großen Bogen ist wirklich erstaunlich; denn er ist viel geringer als die Abweichungen, die man mit Recht den Beobachtungsfehlern zuschreiben darf; er könnte 40 bis 50 Mal größer sein, ohne daß irgend ein in den feinsten Operationen der Künste merklicher Uebelstand daraus hervorgehen würde. Berechnet man, welches nach diesen Daten die wahre Länge des Meters sein würde, so findet man:

Länge des Meters auf der Kugel . . . . 443,28020 Linien.
Correction wegen der Abplattung der Erde von $^1/_{305}$ . . . . 0,01559 Linien.
443,29580 Linien.

„Dieses Resultat weicht nur um 0,0002 Linien vom Meter, wie es nach der ersten Messung zwischen Dünkirchen und Barcelona festgesetzt ist, ab. Wenn man also mit der Festsetzung des Meters bis zur Vollendung der ganzen Operation gewartet hätte, so würde seine Länge um 0,0002 Linien kleiner geworden sein. Diese Länge ist aber ganz unmerklich, sie verliert sich in den Beobachtungsfehlern; und wollte man sie durch directe Messungen genau ermitteln, so würden tausende mit den vollkommensten Apparaten, die wir besitzen, ausgeführte Messungen nöthig

werden, so daß eine solche Strenge völlig illusorisch und unnütz wäre. Vernachlässigt man diese unmerkliche Differenz, so ist es sehr erfreulich, den gesetzlich angenommenen Werth des Meters durch die ganze Operation so gut bestätigt zu sehen; denn er ist um so sicherer, als die Abplattung der Erde, das einzige Element, das man fremden Beobachtungen entlehnen muß, auf jene Länge nur einen Einfluß von 0,016 Linie hat, und dies aus der Mondtheorie entnommene Element scheint wenigstens eben so genau als dasjenige, welches aus den geodätischen Untersuchungen selbst sich ergibt.

„Es hat für unsere Messungen Interesse, das Verhältniß des Meters zur Länge des Secundenpendels zu kennen; dasselbe wird ausreichen, jenes Maaß wieder zu finden, falls es jemals verloren gegangen sein sollte. Diese Kenntniß ist gleichfalls wichtig für die Theorie der Erde. Aus diesem doppelten Grunde hat man auf Formentera das Pendel mit großer Sorgfalt beobachtet. Diese Versuche sind durch eine Commission des Längenbureau ebenfalls geprüft und berechnet worden; ihre Zahl beträgt 10, und ihre Abweichungen vom Mittel steigen nicht über 0,04 Millimeter oder ungefähr 0,02 Linie. Das aus der Gesammtheit aller Beobachtungen hergeleitete Resultat gibt die Länge des Decimalsecundenpendels auf Formentera im leeren Raume . . . . . . 0,7412061 Millimeter.

„Nach der im 2. Bande der Mécanique céleste erläuterten Theorie der Gestalt der Erde findet man, wenn man von den sehr genauen von Borda in Paris gemachten Beobachtungen ausgeht . . . . 0,7411445 Millimeter.

„Der Unterschied beträgt 0,06 Millimeter oder $^1/_{33}$ Linie. Er kann von Unregelmäßigkeiten in der Gestalt der Erde herrühren. Derselbe Versuch ist zu Bordeaux und zu Figeac unter dem 45. Breitengrade wiederholt worden, und hat sehr nahe dasselbe Resultat geliefert, wie das aus der angeführten Theorie sich ergebende. Man wird ihn noch in Dünkirchen am nördlichen Ende des gemessenen Bogens wiederholen; zuvor aber ist er so eben mit denselben Apparaten, welche in Spanien gedient hatten, in Paris wiederholt worden, und hat ein Resultat gegeben, das sich von dem Borda'schen nur um 0,02 Millimeter oder 0,009 Linie unterscheidet, was gleichzeitig den beiden Messungen der Pendellänge in Formentera und in Paris zur Bestätigung dient.

„Die Neigungen der verschiedenen Seiten der Dreiecke gegen den Meridian oder ihre Azimute sind gleichfalls für die Theorie der Gestalt der Erde sehr nützliche Elemente. Méchain und Delambre hatten sie auf verschiedenen Punkten des zwischen Dünkirchen und Mont-Jouy liegenden Bogens beobachtet. Auch auf Formentera hat man das Azimut der letzten

Seite des letzten Dreiecks durch zahlreiche am Mittagsfernrohre beobachtete Sterndurchgänge bestimmt.

„Aus den vorstehend berichteten Resultaten sieht man, daß die neue, so eben vollendete Gradmessung in Spanien den Werth des Meters bestätigt, und ihm eine neue Sicherheit gibt, indem sie denselben von der Abplattung der Erde fast unabhängig macht. In Verbindung mit der in Frankreich ausgeführten Messung umfaßt diese Operation einen Bogen von beinahe 14 Graden, der gleichweit vom Aequator und von den Polen absteht, auf dessen verschiedenen Punkten man die Breiten, die Azimute und die Aenderungen der Schwere bestimmt hat, und der sowohl in Betreff seiner Länge als auch seiner Lage und der Genauigkeit der angewandten Verfahren die schönste derartige Operation bildet, die jemals ausgeführt worden ist."

Man hat so eben gesehen, welche Folgerungen die Commission des Längenbureau von 1808 aus den in Spanien gemachten Messungen ziehen zu müssen geglaubt hat. Offenbar aber sind die Rechnungen der Commission vollständig von den Messungen verschieden, die anders interpretirt zu etwas verschiedenen Resultaten führen können. Dies ist in der That Puissant begegnet, der hierüber am 7. Mai 1836 in der Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung gelesen hat. Biot und ich haben geglaubt, darauf am 9. Mai durch die folgende von meinem gelehrten Collegen redigirte Note antworten zu müssen:

„Der Zweck von Puissant's Abhandlung ist, nachzuweisen, daß die aus unsern spanischen Dreiecken folgende Entfernung der Parallelkreise von Mont-Jouy und Formentera um 57 Toisen größer ist, als man bisher angenommen hatte. Bei dieser Gelegenheit citirt Puissant eine Stelle aus dem Werke, worin wir unsere Beobachtungen niedergelegt haben, und sagt: Biot drückt sich S. XXVII so aus: „Als die Beobachtungen dem Längenbureau übergeben waren, wurde eine Commission ernannt, um sie zu prüfen und zu berechnen. Die Vergleichung des Resultats dieser Arbeit mit den zu Dünkirchen von Delambre gemachten Beobachtungen gab für das Meter einen Werth, der fast genau dem von der französischen Gesetzgebung nach den letzten Messungen festgestellten gleich war. Der Unterschied ist geringer als $^1/_{10000}$ Linie; auf die ganze Länge des Bogens zwischen den Parallelkreisen von Dünkirchen und Formentera würde er nur 0,4 Meter oder ungefähr 176 Linien betragen."

„Hieran schließt Puissant die folgende Bemerkung: „Wie es sich auch mit dieser Behauptung verhalten möge, es ist klar, daß der oben ge-

fundene neue Werth des Bogens zu einer Folgerung führt, die von der durch die Commission des Längenbureau aufgestellten sehr verschieden ist.“

„An einer spätern Stelle beklagt sich Puissant, daß wir die Berechnung des spanischen Bogens nicht in unser Werk aufgenommen haben, wo, wie er sagt, diese numerische Operation selbstverständlich hätte Platz finden sollen.

„Was zunächst die Behauptung betrifft, die unser verehrter College zu bezweifeln scheint, so ist sie getreu dem Berichte der Commission entlehnt, welche mit der Prüfung der in Spanien ausgeführten Operationen und mit der Berechnung ihrer Resultate beauftragt war. Der eine von uns, Arago war damals noch mit der Messung des Bogens eines Parallelkreises zwischen Formentera und Majorka beschäftigt; der andere, obgleich nach Paris zurückgekehrt, konnte an einer Commission keinen Theil nehmen, die mit der Prüfung von Beobachtungen, bei denen er selbst mitgewirkt hatte, beauftragt war. Die Mitglieder der Commission waren Bouvard, Mathieu und Burckhardt. Alle Dreiecke und ebenso die Breite der südlichen Station wurden von Jedem von ihnen aus unsern Beobachtungen nach Delambre's Methoden gesondert berechnet, und am 1. Juni 1808 darüber von Burckhardt der allgemeine Bericht erstattet. Das Längenbureau beschloß, daß dieser Bericht in die Connaissance des temps für 1810, die grade in jenem Jahre gedruckt wurde, aufgenommen werden sollte; und in der That findet er sich daselbst S. 485. Wenn unser verehrter College dies officielle Document nachschlagen will (s. oben S. 83 bis 87), so wird er die Richtigkeit unserer Angabe verificiren können.

„Ebendahin wird er sich wenden müssen, um die Länge festzustellen, welche bisher dem Bogen des Meridians, der unsere spanischen Dreiecke durchschneidet, zugeschrieben worden ist. Delambre hat Nichts weiter gethan, als sie so angenommen, wie sie die drei Mitglieder der Commission gefunden hatten, was sich aus einer sehr einfachen Rechnung, die wir unten in einer Anmerkung folgen lassen, ergibt.*) Diese Bestimmung war,

*) „Gesammtlänge des zwischen dem Signal in Dünkirchen und in Formentera liegenden Meridianbogens, ausgedrückt in Theilen des gesetzlichen Meters, nach der von der Commission des Längenbureau angenommenen Bestimmung (Conn. des temps für 1810, S. 486) . . . . 1374438,72 Meter

„Gesetzlicher Werth des Meters in Toisen . . . . 0,513074 Toisen

„Multiplicirt man die Anzahl der Meter mit diesem Factor, so erhält man:

„Gesammtlänge des Bogens in Toisen . . . . . . 705188,77 Toisen

„Dies ist der von Delambre (Base du système métrique Bd. 3, S. 298) angenommene Werth.

„In eben diesem Bande gibt Delambre S. 89 die Länge

wie bereits erwähnt, auf seine eigene Methode gegründet und gleichzeitig das Resultat dreier Rechnungen. Wer nun mit dieser Methode bekannt ist, weiß, daß darin Zerlegungen von sphärischen Dreiecken vorkommen, die auf mehrfache Weise ausgeführt und berechnet werden können, so daß Rechner, die unabhängig von einander arbeiten, sehr natürlich verschiedene Combinationen wählen müssen, deren Verschiedenheit grade der Uebereinstimmung der Resultate um so größeres Gewicht beilegt. Indem jetzt Puissant auf dasselbe Dreiecksnetz eine andere Methode der Berechnung, die ihm eigenthümlich ist, und eine daraus sich ergebende Näherungsformel anwendet, findet er die Länge des Meridianbogens, welcher unsere Triangulation durchschneidet, um 57 Toisen größer. Ist der Fehler seitens der drei Berechner begangen worden, oder rührt er von der neuen Formel her? Dies haben Arago und ich nicht zu entscheiden, da wir der angegriffenen Rechnung fern gestanden; man muß letzterer aber die dreifache Autorität, der sie ihren Ursprung verdankt, beilegen, und nicht, wie Puissant, sie blos auf die Autorität Delambre's, der gar keinen Theil daran genommen hat, stützen wollen. Wenn die drei Männer, welche gesondert die Rechnung durchgeführt haben, sich um eine und dieselbe Größe getäuscht haben sollen, könnte es dann nicht möglich sein, daß in diesem Falle die Näherungsformel Puissant's nicht genau genug wäre? Es ist dies ein bloßer Zweifel, den wir aussprechen. Puissant hat sich versichert, daß seine Formel zwischen dem Pantheon und Mont-Jouy dasselbe Resultat gibt, wie Delambre's Methode. Die Dreiecke dieses letztern Bogens besitzen aber nur eine geringe Größe, wie schon daraus erhellt, daß sie mit Tagessignalen beobachtet worden sind, während unsere Dreiecke in Spanien von ganz anderer Ausdehnung sind. Dasjenige z. B., durch welches wir die spanische Küste mit den balearischen Inseln verbunden haben, hat die ganze Länge des Königreichs Valencia zur Basis, und seine große Seite, die auf dem Meere liegt, mißt mehr als 82555 Toisen. Außerdem entfernt sich unsere Dreieckskette längs der Küste von Valencia und Catalo-

---

des Bogens zwischen Dünkirchen und Mont-Jouy, und dieser Werth, bis auf eine Toise mit dem in der Mécanique céleste Bd. 2, S. 141 befindlichen übereinstimmend, ist . . . . 551583,6 Toisen

„Zieht man dieselbe von der Gesammtlänge des von der Commission angenommenen Bogens ab, so erhält man die Länge des Bogenstückes zwischen Mont-Jouy und Formentera 153605,17 Toisen

„Diese Bestimmung ist von Laplace in der Exposition du système du monde 5. Aufl. S. 62 angenommen worden.

„Es ist gleichfalls die von Puissant in seiner Abhandlung citirte Zahl; sie beruht aber auf den übereinstimmenden Rechnungen der drei Mitglieder der vom Längenbureau gewählten Commission und nicht auf Delambre's Autorität allein.“

nien merklich vom Meridian, und kehrt erst auf unsern letzten Stationen in Iviza und Formentera wieder zu ihm zurück. Könnte nicht die Vereinigung dieser Umstände die Projectionen der Dreiecke auf das osculirende Ellipsoid, das Puissant benutzt und durch seine Näherungsformel bestimmt, weniger genau machen? Dies ist ein Punkt, der vielleicht verdient aufgeklärt zu werden, bevor man sich beistimmend über die auf diesem Wege erhaltenen Resultate ausspricht.

„Puissant meint, daß Arago und ich die numerische Berechnung des Meridianbogens, der die Dreiecke in Spanien durchkreuzt, in den von uns veröffentlichten Band hätten aufnehmen müssen. Unsere Ansicht ist eine andere gewesen und wir haben die Gründe für dieselbe in dem kurzen Vorworte zu Anfang unseres Werkes angegeben. Zu der Zeit, wo dasselbe beendigt wurde, im Jahre 1821, waren Arago und ich im Begriff gemeinschaftlich mit einer englischen Commission die Breite von Dünkirchen zu revidiren, über die man einige Zweifel hegte, die sich glücklicherweise nicht bestätigt haben. Es sollte ferner die Verbindung der französischen Küste mit der englischen revidirt werden, was Arago und Mathieu gleichfalls in Gemeinschaft mit den englischen Beobachtern ausgeführt haben. Die Breite von Formentera, dem südlichen Endpunkte des Bogens war nur auf einer Seite des Zeniths beobachtet worden. Einer von uns hat sich 1825 dorthin begeben, um sie nochmals zu messen, und obgleich seine gesammten Resultate noch nicht veröffentlicht sind, sich doch versichert, daß sie keinen merklichen Unterschied gegen die frühere Bestimmung geben werden. Wir hatten sogar noch Vorbereitungen getroffen, um auf der spanischen Küste am See Albufera eine Basis zu messen, welches Project indeß die politischen Ereignisse unterbrochen haben. Alles dies hat uns bestimmt, in dem erschienenen Bande nur die bloßen Beobachtungen unserer spanischen Dreiecke nebst den damit zusammenhängenden Beobachtungen der Breite und der Pendellänge zu geben, indem wir die Berechnung des Meridianbogens sowie die daraus folgende theoretische Länge des Meters für einen fünften Band aufgespart haben. Dieser Band, also der fünfte der Base du système métrique wird außerdem enthalten: zahlreiche Beobachtungen aller Art, durch welche man von Neuem die Breite von Dünkirchen bestimmt hat; die neue sowohl aus Nacht- als aus Tagbeobachtungen hergeleitete Breite von Formentera; die Messung des Bogens vom Parallel zwischen Formentera und Majorka nebst den an seinen beiden Enden beobachteten Azimuten, um das osculirende Ellipsoid in diesem südlichen Theile des Meridianbogens festzustellen; sowie endlich die neue Triangulation, welche zur Verbindung der geodätischen Operationen in England und Frankreich bestimmt ist, um den Bogen im Norden bis zu der Sternwarte in Greenwich, deren Breite gut bekannt ist, auszudehnen. Aus allen diesen vervollkommneten Documenten hoffen wir die theoretischen Cor-

rectionen herleiten zu können, welche die gesetzliche Länge des Meters erfordern wird, um mit den geodätischen Messungen übereinzustimmen. Wenn wir diese Redaction vornehmen werden, so werden wir sorgfältig die Methoden prüfen, die wir zur Berechnung unserer Dreiecke werden anzuwenden haben, und nicht verfehlen anzugeben, auf welcher Seite der Fehler der jetzigen Bestimmungen liegt."

Nach einer solchen Discussion glaubte das Längenbureau amtlich einschreiten zu müssen. Eine aus Mathieu, Daussy und Largeteau gebildete Commission wurde mit der Ermittelung der Quellen des bei der Rechnung von 1808 begangenen Fehlers beauftragt. Largeteau stattete im Namen dieser Commission einen Bericht ab, den ich in der Sitzung vom 21. Juni 1841 der Akademie mitgetheilt habe, und aus dem ich einen Auszug hier folgen lasse:

„Als Biot und Arago im Jahre 1808 dem Längenbureau die von ihnen behufs der Verlängerung des Meridians von Dünkirchen bis Formentera ausgeführten geodätischen und astronomischen Beobachtungen vorlegten, wurde eine aus Bouvard, Burckhardt und Mathieu bestehende Commission ernannt, um diese Beobachtungen zu berechnen, und daraus die Länge des zwischen den Parallelen von Dünkirchen und Formentera eingeschlossenen Meridianbogens herzuleiten. Das Resultat, zu welchem diese Commission von 1808 kam, ist in der Connaissance des temps für 1810, wo man S. 486 den Abstand der Parallelen von Dünkirchen bis Formentera = 1374438,72 Meter findet, und im 3. Bande der Base du système métrique, wo S. 298 eben dieser Abstand = 705188,77 Toisen angegeben wird, (was mit der vorhergehenden Länge übereinstimmt), mitgetheilt worden. In diesem letztern Bande setzt Delambre S. 77 und 89 die Länge des Meridianbogens zwischen Dünkirchen und Mont-Jouy = 551589,6 Toisen. Zieht man diese Größe von der gesammten Länge des von der Commission von 1808 angenommenen Bogens ab, so erhält man die Länge des Bogenstückes zwischen Mont-Jouy und Formentera = 153605,17 Toisen.

„Nachdem Oberst Puissant die Bestimmung dieser letzten Länge als mit einem Fehler von 69 Toisen behaftet dargestellt hatte, beauftragte das Längenbureau eine neue aus Mathieu, Largeteau und Daussy gebildete Commission damit, die zur Aufhellung dieser Frage geeigneten Rechnungen vorzunehmen . . . .

„Nach den verschiedenen Berechnungen ist der Abstand auf dem Meridiane von Mont-Jouy bis Formentera gefunden worden

von Mathieu	153672,39 Toisen *)
von Largeteau	153674,48 „
von Daussy	153675,66 „
von Puissant	153674,01 „

„Die Unterschiede zwischen diesen vier Resultaten sind gering, und rühren von der nicht vollständigen Identität der Ausgangspunkte her. Sonach ist der von Puissant bezeichnete Fehler nicht zu bezweifeln. Nachdem dies erkannt war, mußten wir die Quelle des Fehlers, womit das von der frühern Commission angenommene Resultat behaftet war, aufsuchen.

„Die Originale der Rechnungen der frühern Commission, welche wir dem Bureau so eben vorgelegt haben, sagen nicht ausdrücklich, welches die angewandte Formel gewesen ist; sie sind aber in allen ihren Theilen die genaue Anwendung einer der Commission von 1808 schriftlich von Delambre gegebenen Formel, die er später in dem 3. Bande der Base du système métrique S. 4 ff. wiederholt, und S. 190 desselben Bandes auf ein numerisches Beispiel angewandt hat. Um uns dessen, was wir eben ausgesprochen, zu versichern, sind wir ebenfalls dieser Formel gefolgt, indem wir den Abstand der Station Matas von dem dünkirchener Meridiane 4691,0 Toisen setzten (Base du système métrique III, 268), und wie die frühere Commission 51° 22′ 31,37″ für das Azimut von Morella auf dem Horizonte von Matas nahmen, welches Azimut nach Delambre's Methode aus dem zu Mont-Jouy beobachteten Azimute von Matas hergeleitet ist. Durch diese Rechnung hat Mathieu von Neuem die Längen aller Seiten der Dreiecke bestimmt, wobei er dieselben Winkel, wie Largeteau und Daussy annahm.

„Auf diese Weise haben wir der Reihe nach die Seiten Matas — Morella, Morella — St. Jean, St. Jean — Mont-Sia, Mont-Sia — Desierto, Desierto — Campvey, und Campvey — Formentera durch Bogen größter Kreise auf den Meridian von Dünkirchen projicirt. Die Summe der einzelnen Bogen ist gefunden worden

von Mathieu	161902,808 Toisen
von Largeteau	161902,83 „
von Daussy	161902,83 „
die frühere Commission hatte erhalten	161901,534 „

(Wir haben schon hervorgehoben, daß die von der frühern Commission angewandten Dreieckswinkel nicht völlig dieselben waren, als die-

*) Die genauere Berechnung von Bessel hat ergeben 153673,610 Toisen. (Astronomische Nachrichten Nr. 438, Bd. 19, S. 114.) Anmerk. d. d. Ausg.

jenigen, welche in dem Werke von Biot und Arago abgedruckt und von uns angenommen worden sind.)

„Nachdem die frühere Commission die vorstehende Zahl von 161901,534 Toisen erhalten hatte, addirte sie dieselbe zu der Zahl von 543286,4 Toisen, dem Abstande Dünkirchens von der Senkrechten von Matas (Base du système métrique III, 268), und findet auf diese Weise die Zahl von 705187,934 Toisen*), welche sie als die Entfernung der Parallelen von Dünkirchen und Formentera betrachtet hat, während sie nur die Distanz von Dünkirchen bis zur Senkrechten von Formentera ist. Um den Abstand der Parallelen von Dünkirchen und Formentera zu erhalten, muß man zu der obigen Zahl noch das Stück des Bogens vom dünkirchener Meridiane hinzufügen, das zwischen dem Parallelkreise und der Senkrechten von Formentera liegt. Diese Länge, nach der von der frühern Commission angewandten Formel Delambre's berechnet, beträgt 169,88 Toisen. Hätte folglich jene Commission nicht die eben erwähnte Größe ausgelassen, so hätte sie finden müssen

Abstand der Parallelen von Dünkirchen bis Formentera
= 705357,814 Toisen.

„Wenn wir nun den Fehler schätzen wollen, der in vorliegendem Falle von der Anwendung der Delambre'schen Formel auf die Entfernung von Dünkirchen bis Mont-Jouy = 551583,6 Toisen herrührt, so addiren wir die Entfernung von Mont-Jouy bis Formentera = 153674,14 Toisen (das Mittel der vier von Puissant und uns erhaltenen Resultate) und finden

Abstand der Parallelen von Dünkirchen bis Formentera	705257,74 Toisen
Delambre's Formel gibt	705357,81 „
Fehler der Delambre'schen Formel . .	+ 100,07 „

„Wenn man sich jetzt in Gedanken in die Zeit versetzt, wo die frühere Commission den Auftrag erhalten hatte, die Beobachtungen von Biot und Arago zu berechnen, so wird man leicht begreifen, daß die Mitglieder jener Commission sich nach dem Rathe des berühmten Astronomen zu richten hatten, dessen Autorität in Angelegenheiten der Geodäsie so groß war und auch sein mußte, und der damals grade mit der Redaction des 3. Bandes der Base du système métrique beschäftigt war. Auf Veranlassung der

---

*) „Diese Zahl ist diejenige, welche wir in den handschriftlichen Rechnungen der frühern Commission gefunden haben; sie weicht um 0,84 Toisen von der durch Delambre veröffentlichten und von der in der Connaissance des temps für 1810 befindlichen ab. Der Grund dieser Abweichung ist uns unbekannt."

Messung des dünkirchener Meridians, mit dem er seinen Namen so ruhmvoll verknüpft hat, hatte Delambre alle Aufgaben der Geodäsie behandelt; für jede derselben hatte er strengere Lösungen gegeben, als man vor ihm besaß, und seine Freude daran gefunden, sie zu vermannichfachen, um fortwährend daraus Mittel zur Prüfung zu ziehen. In Betreff der Rectification eines Meridianbogens hatte er mehrere Methoden, und namentlich die von Bouvard, Burckhardt und Mathieu befolgte angewandt: alle hatten fast identische Resultate gegeben; was man ohne Zweifel der Richtung der von ihm und Méchain gemessenen Dreieckskette zuschreiben muß, die fast in ihrer ganzen Länge von dem dünkirchener Meridian durchschnitten wurde, woraus folgte, daß die Spitzen der Dreiecke sich von diesem Meridiane nur sehr wenig entfernten. Die folgende Stelle wird dienen, um Delambre's Ansicht über die von der frühern Commission angewandte Rectificationsmethode kennen zu lernen:

„Bis auf uns hatte man die Theile des Meridians durch Perpendikel bestimmt, die man von den beiden Endpunkten derjenigen unter den Seiten der Dreiecke, welche gegen den Meridian am wenigsten geneigt waren, fällte. Diese Methode, die einfachste von allen, ist mehreren Fehlern unterworfen, für welche ich die Correctionen angebe. Sie reduciren sich auf fünf kleine Glieder, von denen drei unmittelbar aus Tafeln genommen werden können, und die beiden andern nur constante oder durch das Vorhergehende bekannte Logarithmen erfordern. Es ist mir dieses Verfahren zu spät eingefallen, das ich sonst allen andern vorgezogen haben würde, und das ich mit Erfolg bei dem bereits auf so viel andere Weisen berechneten Bogen zwischen Dünkirchen und Bourges geprüft habe.“ (Base du système métrique, 3. Bd. S. 1 und 2 des Vorworts.)

„Diese Methode, die einfachste von allen, ist genau diejenige, welche die Commission von 1808 befolgt hat, indem sie dabei die fünf Correctionen berücksichtigte, welche ihr jede wünschenswerthe Strenge geben sollten. Weiterhin (S. 3 des Vorworts) fügt Delambre hinzu: „Ich würde die Methode der Senkrechten und die der Sehnen als diejenigen betrachten, welche ohne allen Vergleich schneller zum Ziele führen, welche zwischen allen Theilen des Meridians und der Dreiecke eine größere und constantere Uebereinstimmung geben, und die ich endlich allein bei solcher Gelegenheit anwenden würde.“

„Die Gelegenheit bot sich bald dar, und der sicherlich völlig begründete Einfluß Delambre's ließ die Commission seine mit Vorliebe betrachtete Methode annehmen.

„Wir wollen jetzt einem Einwande begegnen, obwohl derselbe eigentlich für diejenigen, welche reiflich über das metrische System nachgedacht haben, nichts Ernstliches haben kann:

„Wird der zuvor bezeichnete Rechenfehler, kann man fragen, irgend eine Modification in der Länge des Meters zur Folge haben?

„Die Antwort ist sehr leicht.

„Die Länge des Meters ist in endgültiger Weise durch die Commission für die Maaße und Gewichte festgesetzt worden: diese Länge wird niemals geändert werden können und dürfen.

„Der Hauptvorzug der neuen Einheit besteht in den sehr genauen Operationen, die man ausgeführt hat, um die Mittel zu besitzen, sie wieder aufzufinden, falls die Normalmaaße verloren gehen oder zerstört werden sollten. Diese Mittel sind zweierlei Art: das Pendel und die Länge des Meridianbogens, welcher Dünkirchen und Mont-Jouy verbindet. Was das einfache Verhältniß anlangt, das man zwischen dem Meter und dem vierten Theile des Meridians aufzustellen versucht hat, so mußten alle Gelehrten von Anfang an einsehen, daß dies Verhältniß bis auf einen gewissen Punkt hypothetisch sein würde; daß es die vollkommene Genauigkeit der Messung des Bogens in Peru und die Kenntniß der Abplattung einschließt; daß mit bessern Instrumenten ausgeführte Messungen würden darthun können, daß das angenommene Meter streng genommen nicht der zehnmillionenste Theil vom Quadranten des Meridians ist; kurz daß das neue System bei seiner Geburt das Gepräge des damaligen Zustandes der Wissenschaft in Betreff unserer Kenntniß von der Größe und Gestalt der Erde tragen würde. Trotz dieser kleinen Unsicherheiten gab man die Idee nicht auf, aus dem Meter einen aliquoten Theil vom Quadranten des Meridians zu machen, denn dies war das einzige Mittel, diesem Längenmaaße einen Character von Allgemeinheit zu geben, weshalb es alle Nationen der Erde sich aneignen konnten.

„Wenn man jemals auf den seltsamen Einfall käme, die Längeneinheit den Fortschritten der Geodäsie entsprechend abzuändern, so würde man gezwungen sein, ihn aufzugeben, wenn man so viele Messungen von Meridianen und Parallelkreisen sehr beträchtliche locale Unregelmäßigkeiten darbieten und dadurch den Beweis liefern sieht, daß die Erde in Masse kein Umdrehungskörper ist. Die Operation, deren Resultate wir jetzt berechnet haben (die Messung des zwischen Mont-Jouy und Formentera liegenden Bogens), ebenso wie die seitdem in Frankreich, England, Deutschland, Dänemark und Ostindien ausgeführten Gradmessungen haben keinen andern Zweck gehabt und auch nicht haben können, als die Lösung der schwierigen und wichtigen Frage nach der Gestalt der Erde. Das Meter war dabei ganz außer Spiel: seine Länge, wir wiederholen es, ist auf eine endgültige Weise festgesetzt worden; die Fortschritte der Geodäsie, wie groß sie auch sein mögen, werden Nichts daran ändern; sie würden nöthigenfalls nur neue Mittel liefern, um seine Länge wieder aufzufinden.

„Wenn der bei der Berechnung des zwischen den Parallelen von Mont-Jouy und Formentera gelegenen Bogens vom dünkirchener Meridiane begangene Fehler bezüglich der Länge des Meters als gleichgültig betrachtet werden darf, so gilt dies nicht mehr rücksichtlich der genauen Kenntniß der Gestalt der von uns bewohnten Erde, und wir müssen es bei dieser Gelegenheit aussprechen, daß Oberst Puissant der Geodäsie einen wahren Dienst geleistet hat, indem er einen Rechnungsfehler nachwies, dessen Kenntniß wichtig war und der lange Zeit hätte unbemerkt bleiben können.

„Kurz zusammengefaßt, hat also die Commission von 1808 die Delambre'sche Formel richtig angewandt, aber den Abstand zwischen dem Parallelkreise von Formentera und dem Fußpunkte seiner Senkrechten außer Acht gelassen. Die Delambre'sche Formel, welche den Parallelismus der Meridiane voraussetzt, ist auf Dreiecke, welche, wie die von Biot und Arago gemessenen, vom Meridiane sehr weit abstehen, nicht anwendbar. Diese Formel gibt für den Abstand der Parallelen von Mont-Jouy und Formentera einen um 100 Toisen zu großen Werth; andererseits hat die von der Commission von 1808 begangene Auslassung einen Fehler von 170 Toisen im entgegengesetzten Sinne veranlaßt, so daß der von der Commission von 1808 erhaltene Bogen schließlich um 70 Toisen zu klein ist.“

Dieser neue Bericht des Längenbureau ist geeignet, alle Unsicherheiten zu zerstreuen, und die Divergenzen in den Ansichten der Astronomen oder Geometer, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, zu beseitigen. Puissant hat sich ihm angeschlossen mit Ausnahme eines minder wichtigen Punktes, den ich indeß erwähnen muß.

„Die gegenwärtige Commission des Längenbureau, sagte Puissant, hat ihre Aufgabe vollkommen gelöst; ich will nur bemerklich machen, daß die S. 4 des 3. Bandes der Base du système métrique angeführte und der Ungenauigkeit beschuldigte Formel Delambre's auch noch bei ihrer Verwendung zur Projection der Seiten weit vom dünkirchener Meridiane entfernter Dreiecke sehr genaue Werthe gibt, wofern man Sorge trägt, die Azimute z und die Convergenzwinkel x angemessen zu bestimmen, wie dies ein Mitglied der gegenwärtigen Commission gethan zu haben scheint. Puissant fügt hinzu, daß man in dieser Beziehung um so weniger sich täuschen sollte, als der auf die elementarsten Principien der sphärischen Trigonometrie sich gründende Beweis sich grade auf S. 3 findet, und Delambre den Rath gibt, z und x gesondert zu berechnen, selbst wenn der Meridian die Dreiecke durchschneidet. (Traité d'Astronomie 3. Bd. S. 548.) Endlich erklärt er, daß er seine Ansicht festhalte, wonach der berühmte und

gewissenhafte Astronom in keiner Weise bei dem von der Commission des Jahres 1808 begangenen Fehler betheiligt gewesen sei; seine Ansicht stütze sich nicht auf das, was Delambre bezüglich der Entwickelung des zwischen Mont-Jouy und Formentera gelegenen Bogens dieser Commission habe empfehlen können, sondern auf das, was er so einfach in der Base du système métrique geschrieben und bewiesen habe."

Die Ansicht, als deren Vertheidiger Puissant auftritt, hat durchaus nichts Neues. In der That hat Largeteau in seinem Berichte gesagt, daß Delambre's Formel hinlänglich genau ist, und nach eben dieser Formel hat ein Mitglied der Commission seine definitiven Rechnungen durchgeführt. Die ganze Frage dreht sich darum, zu wissen, ob der ehemalige Secretär der Akademie mit Unrecht geglaubt hatte, daß man stets von der Convergenz der Meridiane absehen könne. Aus verschiedenen von Largeteau citirten Stellen der Base du système métrique, ebenso wie aus den geschriebenen Instructionen, welche der Commission von 1808 zur Richtschnur dienten, geht nun hervor, daß Delambre bei der Berechnung der Theile des Bogens es für ausreichend hielt, die Meridiane als parallel anzunehmen. Steht dies einmal fest, so sehe ich nicht, worauf sich die Discussion noch weiter richten könnte. Anführungen aus dem Traité d'astronomie sind offenbar ohne Werth, weil dieses Handbuch lange Zeit nach der Vollendung der Arbeit der Commission von 1808 erschien.

Die bereits so wichtige französische Meridianmessung mußte einen ganz ausgezeichneten Rang in der Geschichte der Wissenschaft erhalten, wenn sie an die schöne in England ausgeführte Triangulation angeschlossen werden konnte. Der Plan, die beiden geodätischen Operationen mit einander zu verbinden, ist 1821 und 1822 in Ausführung gebracht worden. Es ist mir wieder vergönnt gewesen, an dieser Vervollkommnung des nördlichen Theiles des Meridianbogens Theil zu nehmen, wie ich es zwölf Jahre früher für den südlichen Theil gethan hatte. Zu Mitarbeitern hatte ich damals die Herren Colby, Kater und Mathieu. Der Bericht unserer Beobachtungen ist dem Längenbureau in den Sitzungen vom 7. November 1821 und 23. October 1822 mitgetheilt worden. Die Dreiecke, welche zur Verbindung gedient haben, sind in dem 3. Bande der populären Astronomie

S. 256, Fig. 275 angegeben worden. Die Breiten von Dünkirchen und Barcelona sind überdies im Jahre 1818 mit allen Vorsichtsmaaßregeln, d. h. mittelst nördlich und südlich vom Zenith ausgeführter Beobachtungen von Sternen, welche fast gleiche Helligkeit besaßen und beinahe dieselbe Höhe hatten, verificirt worden.

Der Pendelbeobachtungen, die ich im Verein mit Biot 1808 auf Formentera gemacht hatte, ist oben gedacht worden. Im 4. Bande meines Handbuchs der populären Astronomie S. 41 ff. habe ich auf die Wichtigkeit derartiger Messungen zur Feststellung der Gestalt und Constitution unserer Erde hingewiesen, und die verschiedenen Modificationen angegeben, die ich 1806 (Sitzung des Längenbureau vom 16. August dieses Jahres) ausgedacht hatte, um die Fehler zu vermeiden, denen man bei der Messung der Länge des unveränderlichen Pendels nach Borda's Methode ausgesetzt ist. Ferner habe ich die Constatirung jener Thatsache erwähnt, die ich am 17. Juli 1816 dem Längenbureau mittheilte; daß man nämlich, wenn man bei dem Borda'schen Apparate die Scheibe tangentiell an die Kugel des oscillirenden Pendels heranführt, sich hüten muß, diese Kugel zu heben, weil der Faden sich augenblicklich verkürzt, und seine ursprüngliche Länge nicht wieder annimmt, wenn die Scheibe entfernt wird.

Der Kapitän Kater hat in London zur Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels eine Arbeit ausgeführt, die ein wahres Muster von Genauigkeit ist. Es hatte daher Interesse, die Resultate, welche Borda's Methode in Frankreich gegeben, mit denen zu vergleichen, welche ein ganz davon verschiedenes Verfahren dem eben genannten englischen Physiker geliefert hatte, und zwar durch eine unmittelbare Beobachtung und ohne über die Größe der Abplattung irgend eine Voraussetzung zu machen. Dies war der Zweck einer Reihe von Versuchen, die ich im Auftrage des Längenbureau in Paris und in Greenwich ausführte, und an denen A. von Humboldt aus Freundschaft für mich Theil nahm. Wir bestimmten zunächst auf der pariser Sternwarte im October 1817 die Zahl der Schwingungen, welche zwei von Fortin construirte kupferne unveränderliche Pendel in einem Sterntage machten. Als ich mich im darauf folgenden November mit Biot in London vereinigt hatte, erhielten wir von dem königlichen

Astronomen in Greenwich, Pond, der alle unsere Wünsche mit größter Gefälligkeit erfüllte, die Erlaubniß, die Apparate in einem der Säle des Observatoriums, dessen Ruf er so sehr vermehrt hat, aufzustellen. Nach der Rückkehr nach Paris bestimmten A. von Humboldt und ich im Januar, März und August 1818 die Zahl der Oscillationen unserer Pendel, um uns die Gewißheit zu verschaffen, daß sie auf der Reise keine Aenderung erlitten hatten. Ich lasse hier unsere Resultate folgen:

Erstes Pendel in Paris.

Datum.	Temperatur C.	Anzahl der unendlich kleinen Schwingungen.	Anzahl der auf 10° C. reducirten Schwingungen.	Barometer in Millimetern.
14. October 1817	13,1°	87669,50	87671,78	763,7
15. "	13,6	87670,30	87672,94	759,4
16. "	12,9	87670,08	87672,32	755,4
17. "	13,0	87670,30	87672,50	757,1
19. "	11,8	87670,10	87671,82	756,3
20. "	11,7	87670,42	87671,67	758,3
4. Jan. 1818 (nach unserer Rückkehr)	4,9	87675,98	87672,13	751,7
5. Januar 1818	4,4	87677,60	87673,54	752,4
Mittel	10,7		87672,33	756,8

Erstes Pendel in Greenwich.

Datum.	Temperatur C.	Anzahl der unendlich kleinen Schwingungen.	Anzahl der auf 10° C. reducirten Schwingungen.	Barometer in Millimetern.
21. November 1817	9,2°	87684,12	87683,53	757,2
22. "	8,4	87684,72	87683,54	767,1
22. "	8,75	87683,24	87682,32	767,0
24. "	8,6	87684,31	87683,28	755,1
25. "	6,5	87687,54	87684,97	757,5
25. "	6,4	87688,22	87685,57	757,5
Mittel	8,0		87683,87	760,2

Zweites Pendel in Paris.

Datum.	Temperatur C.	Anzahl der unendlich kleinen Schwingungen.	Anzahl der auf 10° C. reducirten Schwingungen.	Barometer in Millimetern.
23. October 1817	11,75°	87030,36	87031,66	754,7
24. "	11,6	87031,08	87032,26	755,4
24. "	11,7	87032,16	87033,41	755,4
24. "	11,8	87032,22	87033,54	755,2
25. "	11,2	87032,22	87033,10	755,0
26. "	10,9	87031,98	87032,64	755,6

11. März 1818	9,25°	87034,66	87034,11	751,1
12. „	8,65	87036,14	87035,15	738,8
12. August	24,15	87023,04	87033,44	755,7
13. „	24,05	87024,08	87034,41	757,5
Mittel	13,5		87033,37	753,4
Zweites Pendel in Greenwich.				
27. November 1817.	8,3°	87044,06	87042,81	764,5
28. „	8,5	87044,20	87043,10	764,5
28. „	8,9	87044,44	87043,66	764,5
29. „	9,7	87044,08	87043,86	759,2
Mittel	8,9		87043,36	763,2

Die Resultate der vorstehenden Tabelle, welche dasselbe Datum tragen, rühren von Versuchsreihen her, die an demselben Tage ausgeführt worden sind; dieselben müssen aber als gänzlich verschieden betrachtet werden, weil in der Zeit zwischen dem Ende der einen und dem Anfange der nächstfolgenden Reihe, während das Pendel in Ruhe war, jedes Mal die horizontale Lage der Aufhängungsebene von Neuem verificirt wurde. Biot hat nur an den zu Greenwich am 21. und 22. November 1817 mit dem ersten Pendel ausgeführten Beobachtungen Theil genommen.

Wie man aus der Tabelle sieht, machte das erste Pendel in Greenwich in einem Sterntage 11,54 Schwingungen mehr als in Paris; für das zweite Pendel betrug dieser Unterschied 9,99. Werden diese Zahlen auf Secunden reducirt und wegen des Einflusses der Dichtigkeit der Luft corrigirt, so gehen sie respective über in 11,50 und 10,08 Secunden. Das Mittel oder 10,79 Secunden würde nach unsern Beobachtungen also die Größe sein, um welche ein in Paris nach Sternzeit regulirtes Pendel in Greenwich innerhalb 24 Stunden voreilen würde. Aus diesem Resultate ergibt sich leicht, daß der Längenunterschied zweier einfacher Pendel, deren eines in Paris, das andere in Greenwich in einem mittleren Tage 86400 Schwingungen machen, 0,249 Millimeter betragen muß.

Aus Kater's in London unter 51° 31′ 8″ Breite gemachten Beobachtungen würde sich die Länge des einfachen Secundenpendels in Greenwich, dessen Breite 51° 28′ 40″ ist, zu 0,9941162 Meter ergeben. Zieht man 0,249 Millimeter von dieser Zahl ab, so drückt

die Differenz 0,993867 Meter die Länge des einfachen Secundenpendels in Paris aus, hergeleitet aus den Bestimmungen Kater's und den von A. von Humboldt und mir mit zwei unveränderlichen Pendeln ausgeführten Beobachtungen. Borda hatte für diese Länge 0,993827 Meter gefunden; die Messungen von Bouvard, Biot und Mathieu geben 0,993845 Meter. Das Mittel dieser Bestimmungen ist 0,993836 Meter und weicht folglich von dem aus Kater's Beobachtungen hergeleiteten Werthe um 0,000031 Meter oder 0,031 Millimeter ab.

Bei der Berechnung des Längenunterschiedes der Secundenpendel in London und Greenwich habe ich vorausgesetzt, daß die beiden Stationen in gleicher Höhe über dem Meere lägen. Diese Annahme ist wahrscheinlich ungenau; ich kann jetzt aber nicht sagen, wie viel. Wenn, wie ich glaube, Greenwich höher liegt als das Haus am Portland Place, wo Kater seine Messungen gemacht hat, so würde die Zahl 0,994116 Meter etwas verkleinert werden müssen, was den Unterschied von 0,031 Millimetern zwischen der in Paris gemessenen Länge des Secundenpendels und der von mir aus Kater's Messungen hergeleiteten um ebenso viel verringern würde. Uebrigens würde diese Correction sich nur auf die Tausendstel eines Millimeters erstrecken, und kann vernachlässigt werden.

Um die Schwingungszahlen jedes Pendels auf die Temperatur von 10° C. reduciren zu können, hatte ich zuvor den Werth der Ausdehnung gesucht, der in Paris die mit dem Pendel Nr. 1 bei sehr von einander abweichenden Temperaturen ausgeführten Beobachtungen übereinstimmend machte, und daraus alle übrigen Correctionen hergeleitet. Wenn man diese Rechnung vornimmt, indem man die von Laplace und Lavoisier gegebene Ausdehnung des Kupfers zu Grunde legt, so findet man aus dem ersten Pendel, daß eine in Paris nach Sternzeit regulirte Uhr in Greenwich in einem Sterntage 11,18 Secunden vorgehen würde. Das zweite Pendel gibt nur 9,86 Sec.; das Mittel wäre 10,52 Sec., anstatt 10,79 Sec., wie wir oben gefunden hatten. Wendet man dieses Mittel an, so würde der Unterschied der Secundenpendel in London und Paris noch um einige Tausendstel eines Millimeters größer werden.

Fasse ich nochmals kurz zusammen, so ist die von Borda gemessene Länge des Secundenpendels in Paris die kürzeste von allen.

Der von Bouvard, Biot und Mathieu erhaltene Werth übertrifft sie um 0,02 Millimeter; und wird seinerseits wieder um dieselbe Größe von der aus Kater's Messungen hergeleiteten Länge übertroffen.

Eine Entscheidung jetzt zu treffen, welche dieser drei Bestimmungen vorzuziehen sei, dürfte vielleicht Schwierigkeiten darbieten. Man müßte zu diesem Ende in eine detaillirte Discussion der Fehler, womit meiner Ansicht nach die Messungen des einfachen Pendels, selbst wenn die partiellen Resultate unter einander die vollkommenste Uebereinstimmung zeigen, behaftet sein können, eingehen; wozu ich aber hier nicht den nöthigen Raum habe. Ich begnüge mich daher für den Augenblick mit der Erklärung, daß die von uns zur Bestimmung des Unterschiedes der Pendellängen in London und Paris angewandten Apparate unserer Ansicht nach dieses Element nur auf 15 Tausendstel eines Millimeters genau haben geben können, nicht etwa wegen irgend eines der von uns angewandten Methode anhaftenden Fehlers, sondern nur infolge der ungünstigen Umstände, unter denen mehrere unserer Operationen ausgeführt worden sind. Um nur einen dieser Umstände zu nennen, will ich z. B. erwähnen, daß wir unsere Beobachtungen in Greenwich aus Mangel eines passenderen Locals in dem Saale ausführen mußten, wo sich das Passageninstrument befand. Unsere Fernröhre standen auf einem Gange, durch den man für den Dienst der Sternwarte beständig gehen mußte, wir konnten folglich auf ihre Unverrückbarkeit nicht rechnen. Da wir nun jeden Morgen und bisweilen selbst zwischen zwei auf einander folgenden Versuchsreihen unsere Miren von Neuem justiren mußten, waren wir gezwungen, die Uhr für die Coincidenzen sehr oft anzuhalten und ihren täglichen Gang aus Vergleichungen, die nur durch kurze Intervalle getrennt waren, herzuleiten, welcher Umstand um so ungünstiger war, als zu jener Zeit die Uhr in Greenwich nicht mit aller zu wünschenden Regelmäßigkeit ging. Was übrigens ohne allen Zweifel beweist, daß die kleinen Abweichungen, die man in den Beobachtungen wahrnimmt, von derartigen Ursachen herrühren, ist die Thatsache, daß Humboldt's Resultate mit den meinigen stets übereinstimmten.

Abhandlung über die Repetitionskreise *).

Die Bestimmung des Winkelabstandes der Gestirne vom Aequator ist eine der wichtigsten und schwierigsten Untersuchungen, die ein Beobachter unternehmen kann; auch ist sie zu allen Zeiten ein Gegenstand der Arbeiten der berühmtesten Astronomen und Mechaniker gewesen. In der That kennt ein Jeder, um nicht in entlegenere Zeiten zurückzugehen, die großen Instrumente, welche Tycho, der Landgraf von Hessen-Kassel und Hevel zur Erreichung dieses Zweckes mit großen Kosten haben construiren lassen. Und doch lassen die Beobachtungen dieser berühmten Astronomen, wenn sie auch ohne Widerspruch den von Ptolemäus uns aufbewahrten gar sehr überlegen sind, noch Vieles zu wünschen übrig; die großen Dimensionen der Sectoren machten es zwar möglich auf dem Limbus sehr kleine Abtheilungen wahrzunehmen, vermehrten aber die Genauigkeit der Beobachtung nur sehr wenig, weil der Fehler der Einstellung beträchtlicher war, als der der Ablesung.

Die Fernröhre gewährten das Mittel, dem eben gerügten Mangel abzuhelfen, weil sie durch die Vergrößerung der Winkel, unter welchem entfernte Gegenstände erscheinen, uns in den Stand setzen, noch Größen wahrzunehmen, welche für das unbewaffnete Auge nicht mehr sichtbar sein würden. Indeß wurden diese Instrumente lange Zeit nur bei Beobachtungen angewandt, wo es auf das bloße Sehen ankam,

*) Im November 1813 in der Connaissance des temps für 1816 veröffentlichte Abhandlung.

wie bei der Beobachtung der Durchmesser und Phasen der Planeten, der Stellungen der Jupitersmonde, ihrer Verfinsterungen u. s. w. Simon Morin kam zuerst auf den Gedanken, ein Fernrohr mit einem getheilten Kreise in Verbindung zu bringen; indeß verdanken wir erst Picard und Auzout die ersten genauen Beobachtungen, die mit solchen Instrumenten gemacht worden sind. Diese Erfindung, von welcher an die Genauigkeit der neueren Astronomie datirt und die seitdem für so wichtig gehalten worden ist, daß die englischen Gelehrten sie für ihren Landsmann Gascoigne in Anspruch nehmen zu müssen glaubten, wurde anfänglich von mehreren Astronomen, unter Andern von Hevel zurückgewiesen. Dieser letztere Gelehrte, dessen zahlreiche Arbeiten mit Dioptern ausgeführt worden sind, suchte trotz der Einwendungen Hooke's deren Gebrauch aufrecht zu erhalten und das große Ansehen, das er genoß, hatte bereits mehrere Beobachter seiner Meinung beipflichten lassen. Bald aber sollte die von Picard ganz mit Instrumenten der neuen Construction ausgeführte Gradmessung die große Ueberlegenheit dieser letzteren darlegen und alle Zweifel beseitigen. Dem Gebrauche dieser Instrumente stellt sich indeß ein Bedenken entgegen, worauf Hevel besonderes Gewicht gelegt hatte, und das von der Schwierigkeit herrührt, genau die Lage der optischen Axe des Fernrohrs gegen die Theilstriche des Kreisbogens, an welchem es angebracht ist, zu bestimmen. Picard's Werk enthält die Beschreibung der verschiedenen Mittel, welche zu dieser Berichtigung dienen können; das einzige indeß, welches einiger Genauigkeit fähig erscheint, ist das Verfahren des Umwendens, das bekanntlich darin besteht, denselben Stern in zwei diametral entgegengesetzten Lagen des Instrumentes zu beobachten; der Mangel an Parallelismus zwischen der optischen Axe und der Visirlinie hat den entgegengesetzten Einfluß auf die beiden Messungen, die sich folglich von einander um das Doppelte des Winkels, den diese beiden Linien mit einander machen, d. h. um das Doppelte der von den Astronomen mit dem Namen des Collimationsfehlers bezeichneten Größe unterscheiden; bei den Zenithsectoren erhält man die Berichtigung mittelst nahe am Zenith gelegener Sterne; dann gibt die Vergleichung der vollständigen Beobachtungen eines Sectors mit den partiellen Beobachtungen eines feststehenden Instru-

mentes den Collimationsfehler dieses letzteren. Das Verfahren des Umwendens erfordert, daß der Bogen des Instrumentes, das berichtigt werden soll, sich auf beide Seiten der durch seinen Mittelpunkt gehenden Verticale erstreckt; ebenso kann man, wenn ein Mauerkreis mehr als 100 Decimalgrade (90°) besitzt, denselben wie einen Zenithsector berichtigen, indem man Kreis Ost und Kreis West beobachtet. Um ihn nach einander in diese beiden Lagen zu bringen, hat man auf manchen Sternwarten sinnreiche Maschinen construiren lassen, denen man aber um so mehr mißtrauen muß, je wichtiger es ist, die Operation oft zu wiederholen, und je mehr Schwierigkeiten es hat, dabei alle Erschütterungen zu vermeiden. Könnte man übrigens gegen die beiden erwähnten Methoden nicht den Einwand erheben, daß sie zur Bestimmung des Collimationsfehlers für diejenigen Punkte des Instrumentes dienen, wo man sie am wenigsten zu kennen braucht, weil in unseren Gegenden die Planeten stets sehr weit vom Zenith entfernt durch den Meridian gehen? Die Unterscheidung, die ich hier zwischen den Collimationsfehlern der verschiedenen Punkte des Limbus aufstelle, scheint mir um so mehr begründet, als der Theil dieser Fehler, der von der Biegung des Fernrohrs abhängen kann, sehr verschiedene Werthe haben muß, je nachdem das beobachtete Gestirn mehr oder weniger hoch steht, und ein Gleiches auch von demjenigen gilt, den man der Excentricität des Stückes zuschreiben muß, welches das Rohr dicht am Centrum des Instrumentes trägt.

Wenn man, Römer's Idee folgend, einen ganzen Kreis an die Stelle der Sectoren setzt, so wird das Instrument allerdings beschwerlicher zu handhaben, falls man ihm dieselben Dimensionen läßt; dafür aber verschafft man sich die Möglichkeit, es leicht umzuwenden, welches auch die Höhe des Gestirns, dessen Ort man bestimmen will, sein möge. Allen Astronomen ist bekannt, daß mit einem solchen Instrumente Piazzi die zahlreichen und ausgezeichneten Beobachtungen ausgeführt hat, deren Resultate sich in seinem Kataloge verzeichnet finden. Man darf sich indeß nicht verhehlen, daß bei allen diesen Verfahrungsarten der Beobachter unbewußt Fehler von mehreren Secunden begehen kann, wenn das Instrument schlecht getheilt ist; die größere oder geringere Uebereinstimmung der partiellen Resultate wird

ihm ein Maaß für die Unsicherheiten geben, welche aus dem Ablesen und dem Einstellen entspringen können; er wird aber keine Angaben über die Werthe der constanten Fehler erhalten, womit jede der Beobachtungen eines und desselben Sternes in aller Strenge würde behaftet sein können.

Nachdem ich kurz auf diejenigen Fehler hingewiesen habe, welche man bei den Beobachtungsmethoden, die bis in die letzten Jahre zur Bestimmung der Declinationen der Sterne ausschließlich gebraucht worden sind, zu befürchten hat, will ich jetzt zu einer detaillirten Prüfung desjenigen Instrumentes übergehen, welches den speciellen Gegenstand dieser Bemerkungen bilden soll.

Tobias Mayer, der unter den Astronomen und Physikern mit vollem Rechte einer so großen Achtung genießt, kam auf den Gedanken, den Kreis und das Fernrohr beweglich zu machen, um sich durch diesen Kunstgriff vereinigt mit dem des Umwendens den Vortheil zu verschaffen, den zu messenden Bogen nach verschiedenen Punkten des Limbus zu bringen, indem man jedes Mal als Ausgangspunkt denjenigen Punkt nimmt, auf dem man bei der vorhergehenden Beobachtung das Fernrohr festgestellt hat. Der Fehler, womit das Vielfache des Winkels bei diesem Verfahren behaftet sein kann, ist nicht größer als derjenige, den man bei einer einmaligen Messung zu befürchten hat; wird dann zuletzt dieser Fehler durch die Zahl getheilt, welche angibt, wie oft die Beobachtung wiederholt worden ist, so kann er soweit verringert werden, als man wünscht. Mayer würde ohne Zweifel einen sehr großen Nutzen aus dieser sinnreichen Idee gezogen haben, wenn ihn nicht ein frühzeitiger Tod den Wissenschaften, die er mit so großem Erfolge cultivirte, entrissen hätte; man versichert sogar, daß er bereits einen Repetitionskreis habe ausführen lassen; es scheint aber nicht, als ob man vor der Zeit der Verbindung der pariser und greenwicher Sternwarte davon Gebrauch gemacht habe.

Borda ließ damals durch unseren geschickten Künstler Lenoir einen Kreis von 0,4 Meter anfertigen, der gleichzeitig mit großen Viertelskreisen bei der Bildung einiger der Dreiecke, welche die französischen Küsten mit den englischen verbinden, benutzt wurde; besonders aber konnte der Werth dieser Instrumente bei der großen französischen Grad-

messung infolge der vielfachen Prüfungen, denen man sie unterwarf, beurtheilt werden. Bekanntlich sind nämlich mit Repetitionskreisen die Winkel aller Dreiecke zwischen Dünkirchen und Barcelona, so wie die Breiten und Azimute dieser äußersten Punkte und mehrerer Zwischenstationen gemessen worden. Diese große, durch ihren Gegenstand so wichtige Operation ist mit der ganzen Genauigkeit, welche man von der Geschicklichkeit der beiden damit beauftragten Astronomen und von der Güte der dabei angewandten Instrumente zu erwarten ein Recht hat, ausgeführt worden; sie wird in Zukunft für alle analogen Operationen, die in anderen Gegenden der Erde ausgeführt werden, zur Vergleichung dienen; denn die kleinen Fehler, womit die äußersten Breiten noch behaftet sein können, werden viel vermindert werden, wenn man den mittleren Werth eines Grades sucht, des einzigen, dessen man bei der Berechnung der Abplattung bedarf. In welche Grenzen aber sind diese Fehler eingeschlossen, wenn man sich kleiner Kreise bedient? Steigen sie bisweilen auf 2 oder 3 Secunden? Müßte man folglich nicht die Resultate modificiren, die man bei der Messung der Erde aus der Vergleichung sehr naher Bogen hergeleitet hat? Sollten die Abweichungen, welche mehrere dieser Messungen dargeboten haben, nicht vielmehr von Beobachtungsfehlern abhängen als von localen Anziehungen, zu denen man jetzt vielleicht zu oft seine Zuflucht genommen hat? Dies sind die Fragen, deren Beantwortung um so wichtiger wäre, als man unlängst dem Repetitionskreise ein unbegrenztes Zutrauen schenkte, das gut begründet erschien, weil die zahlreichen Beobachtungen, durch welche Delambre und Méchain die Breite von Paris bestimmten, die schönste Uebereinstimmung zeigten. Indeß hat die Operation der Gradmessung selbst eine außerordentliche und schwer zu erklärende Anomalie dargeboten, ich meine nämlich den Unterschied in der Breite zwischen Barcelona und Mont-Jouy, den Méchain durch astronomische Beobachtungen um 3″ kleiner als nach der geodätischen Messung gefunden hatte, obgleich der Abstand der Parallelen beider Stationen nur 949 Toisen (1850 Meter) beträgt.

Man würde versucht sein können, diesen Unterschied der Anziehung zuzuschreiben, die Mont-Jouy auf das Loth während der Beobachtungen in Barcelona ausgeübt hätte; indeß gestattet eine auf-

merksame Prüfung der Localitäten kaum, diese Ansicht festzuhalten: allerdings zeigten die im Norden und im Süden gelegenen Sterne Fehler von entgegengesetztem Zeichen; indeß genügt, um von diesem Resultate Rechenschaft zu geben, die Annahme, daß auf einer der beiden Stationen, z. B. in Barcelona, ein versteckter Fehler des Instrumentes alle Zenithdistanzen um 3″ zu groß machte; man sieht nämlich, daß durch einen nördlichen Stern die Breite erhalten wird mittelst der Formel: Breite = Declination — Zenithdistanz, während man für einen im Süden gelegenen Stern schreiben muß: Breite = Zenithdistanz + Declination.

Es ist jetzt noch zu ermitteln, ob es möglich ist, daß ein gut verificirter Kreis bei allen Zenithdistanzen einen constanten Fehler von 3″ geben könne. Ich werde sogleich einige Beobachtungsreihen anführen, welche dies außer Zweifel setzen; da sie aber mittelst eines Kreises mit festem Niveau gemacht worden sind, so ist es zuvor nöthig, daß ich auf die Einwürfe zu antworten suche, welche Baron von Zach gegen diese Instrumente erhoben hat.

Die beiden Briefe, welche dieser berühmte Astronom in der Bibliothèque britannique veröffentlicht hat, scheinen mir zwei verschiedene Gegenstände zu behandeln. Die zahlreichen Beobachtungen, welche der erste enthält, beweisen unbestreitbar, daß zwei verschiedene Instrumente ziemlich ungleiche Breiten geben können, obgleich die partiellen Resultate sehr gut unter einander stimmen. Im zweiten Briefe hat sich v. Zach vorgenommen darzuthun, daß Kreise mit fester Axe sehr viel weniger gut sind, als Kreise mit zwei Fernröhren. In der Theorie ist diese Ansicht begründet, denn die Bewegungen, welche der Limbus während des zweiten Theiles jeder doppelten Beobachtung in der Klemme erfahren kann, werden durch das Niveau nur angegeben, wenn dies am Kreise angebracht ist; aber die Frage ist, ob solche Bewegungen eintreten können, wenn die Klemme eine hinreichende Ausdehnung besitzt und die Alhidaden sich auf dem Limbus mit sehr sanfter Reibung bewegen? Die Mechaniker, welche mir in dieser Beziehung die besten Richter zu sein scheinen, glauben es nicht, und wir werden sogleich sehen, daß die Erfahrung diese Ansicht bestätigt.

Herr v. Zach scheint ferner die Methode nicht zu billigen, die einige Astronomen angenommen haben, nämlich bei den Beobachtungen die Punkte der Theilung, wo die beiden Enden der Blase stehen bleiben, abzulesen und zu notiren, und an das Vielfache des Winkels die Summe aller durch diese partiellen Beobachtungen angegebenen Correctionen anzubringen: er glaubt, daß die mehr oder weniger hohe Temperatur und mehrere andere Umstände den Werth der Theilstriche des Niveaus merklich ändern können; seine Befürchtungen in dieser Beziehung scheinen mir aber zum wenigsten sehr übertrieben; wir haben uns nämlich durch vielfache Beobachtungen überzeugt, daß die Theilstriche eines Niveaus, das inwendig ausgeschliffen ist, sehr nahe denselben Werth bei allen Temperaturen behalten, vorausgesetzt, daß die Röhre gegen die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen geschützt ist *). Es gibt übrigens ein sehr einfaches Mittel, um die kleinen Fehler, welche die Correction des Niveaus in dem Endresultate hervorbringen könnte, zu vermeiden. Es genügt dazu, das Instrument so zu stellen, daß diese Correction zu Ende der Beobachtungen fast Null ist. So wird es z. B., wenn die Ablesung der Blase während der ersten Messungen anzeigt, daß die Axe nach Norden geneigt ist, stets leicht ausführbar sein, dieselbe während der zweiten Hälfte der Beobachtungsreihe um eine fast gleiche Größe nach Süden zu neigen, so daß die positiven Correctionen des Niveaus, welche der ersten Stellung der Axe entsprechen, durch die negativen Correctionen zu Ende fast ganz aufgehoben werden; übrigens würde es unnütz sein, in dieser Beziehung eine vollständige Compensation zu erstreben, weil die Differenz der beiden Correctionen nur das Vielfache des Zenithabstandes trifft und nachher durch die Division derselben mit der Zahl, welche angibt, wie oft die Beobachtung wiederholt worden ist, sehr vermindert wird.

Ich habe die beiden hauptsächlichsten Einwendungen angeführt,

---

*) Am 22. September 1812 fanden Mathieu und ich bei einer Temperatur von 26° C., daß der Werth eines Theilstriches des Niveaus am Reichenbach'schen Kreise 0,754'' beträgt; als am 22. Januar 1813 das neben dem Niveau befindliche Thermometer — 2° zeigte, ergab sich der Werth eines Theilstriches zu 0,770''.

auf welche v. Zach seine ungünstige Ansicht über die Kreise mit festen Axen zu stützen scheint, indem sein erster Brief bereits gezeigt hat, daß die Kreise mit beweglicher Axe bisweilen zu ungenauen Resultaten führen; er konnte den Vorzug, den er ihnen einräumt, nur dadurch motiviren, daß er zeigte, daß wenigstens die partiellen Resultate, zu denen man mit diesen letzteren Instrumenten gelangt, geringere Abweichungen zeigen, als diejenigen, welche man in den mit den anderen Kreisen gemachten Beobachtungen antrifft. Dies ist in der That der Zweck, den v. Zach sich in dem bereits erwähnten zweiten Briefe gestellt hat; um aber diese Erörterung vollkommen triftig zu machen, würde es, wie mir scheint, nöthig gewesen sein, nur unter denselben Umständen und vor Allem von demselben Beobachter ausgeführte Messungen mit einander zu vergleichen. Die Beobachtungsreihen mit den Kreisen mit beweglichem Niveau, die v. Zach in seinen beiden Briefen mittheilt, sind von ihm ausgeführt worden; sie zeigen auch die schönste Uebereinstimmung und können dienen, um die Grenzen der Genauigkeit festzustellen, die sich mit dieser Klasse von Instrumenten erreichen läßt. Verhält es sich aber mit den an Kreisen mit festem Niveau ausgeführten Beobachtungen, die v. Zach mit den ersteren vergleicht, ebenso, und hat man nicht zu fürchten, daß die Fehler, welche er den Instrumenten zuschreibt, blos von Beobachtungsfehlern herrühren? Bis diese Frage völlig aufgeklärt sein wird, will ich aus der Gradmessung in Spanien zwei Beobachtungsreihen des Polarsterns mittheilen, die mit Kreisen mit festem Niveau ausgeführt worden sind, und, wie ich hoffe, den Beweis liefern werden, daß diese Instrumente ebenso wie die gewöhnlichen Kreise gleichfalls bisweilen Resultate liefern, die unter einander gut übereinstimmen.

Unterer Durchgang des Polarsterns.

				Breite von Formentera.
29. December	1807	100	Beobachtungen	38° 39′ 54,74″
4. Januar	1808	120	„	56,71
10. „	„	100	„	56,15
11. „	„	102	„	56,60
			Mittel . .	38° 39′ 56,05″

Während dieser ersten Reihe erschien der Stern nicht so scharf, als ich gewünscht hätte; mehrere besondere Umstände, deren Anführung hier überflüssig ist, hatten mich verhindert, das Objectiv in die Stellung zu bringen, die ich für die vortheilhafteste hielt; aber am 25. Januar 1808 machte ich diese Correction, und begann die folgende Reihe von Beobachtungen unterer Durchgänge. Die neuen Beobachtungen, mit derselben Declination wie die ersten berechnet, haben für die einzelnen Tage die nachstehenden Resultate geliefert. (Zum Ueberfluß will ich anführen, daß ich keine Beobachtungsreihe unterdrückt habe.)

Unterer Durchgang des Polarsterns.

				Breite von Formentera.
25. Januar	1808	88	Beobachtungen	38° 39′ 53,33″
28. "	"	90	"	53,88
29. "	"	88	"	54,13
30. "	"	92	"	53,97
1. Februar	"	42	"	53,81
2. März	"	90	"	54,32
6. "	"	80	"	53,93
			Mittel . .	38° 39′ 53,91″

Man sieht hieraus, daß die größte Abweichung der partiellen Resultate vom Mittel nur ein einziges Mal auf 0,6″ steigt, und daß der Kreis mit fester Axe, ebenso wie der Kreis mit beweglicher, zu gut übereinstimmenden Resultaten führt. Es geht folglich daraus hervor, daß die Befürchtungen, die man über die Bewegungen in der Klemme, welche die Verbindung des Limbus mit der Axe vermittelt, hegen konnte, nicht gegründet sein dürften, und daß die Aenderungen der verticalen Lage durch das Niveau mit aller nöthigen Genauigkeit angezeigt werden. Die Vergleichung der beiden Gruppen von Beobachtungen zeigt ferner, daß die Uebereinstimmung der partiellen Resultate noch keine Sicherheit für die Richtigkeit des Mittels gibt, und daß man bei demselben Instrumente durch eine geringe Aenderung in der Stellung des Objectivs mittlere Resultate erhalten hat, die von einander um 2″ abweichen. Solche Anomalieen haben sich

gleichfalls in Paris im Verlaufe einer von A. v. Humboldt, Mathieu und mir unternommenen Arbeit herausgestellt.

Der Fortin'sche Kreis mit fester Axe, mittelst dessen wir im Jahre 1809 die Declinationen der Sterne, welche im Süden durch den Meridian gehen, beobachteten, hatte die Schiefe der Ekliptik und die Lage des Frühlings- und Herbstäquinoctiums genau gegeben; die partiellen Reihen zeigten unter einander eine sehr befriedigende Uebereinstimmung; als wir aber dasselbe Instrument anwandten, um die Breiten zu beobachten, entdeckten wir bald, daß die Fehler, denen man mit den kleinen Kreisen ausgesetzt ist, viel beträchtlicher sind, als man geglaubt haben dürfte. So haben uns z. B. mehrere gut stimmende Beobachtungsgruppen für die Breite von 11″ bis 15″ gegeben. Um so abweichende Resultate zu erhalten, brauchten wir nur das Objectiv ein wenig einzuschieben, oder zurückzuziehen, oder mit anderen Worten, das Bild des Sternes mehr oder weniger gut begrenzt zu machen. Das Gesetz dieser Aenderungen war übrigens dergestalt regelmäßig, daß aus dem bloßen Ansehen der verschiebbaren Verlängerung, welche das Objectiv trägt, Jeder von uns im Voraus anzugeben vermochte, zu welcher Breite er kommen würde. Die Beobachtungen gaben uns nur die wahre Breite von Paris, wenn der Stern etwas verbreitert war, d. h. in der Lage des Objectivs, bei welcher wir vielmehr gegen unsere Messungen hätten Mißtrauen hegen sollen. Uebrigens erzeugten die Aenderungen in Gestalt oder Größe des Bildes des Gestirns in den Resultaten der Reihen jedes einzelnen Beobachters nicht gleiche Fehler, was uns von der Art und Weise abzuhängen schien, wie jeder von uns die Fäden zu beleuchten gewohnt war.

Es würde vielleicht ziemlich schwierig sein, eine vollständige Erklärung der zuvor erwähnten Anomalieen zu geben; indeß berechtigen uns die begleitenden Umstände, dieselben allein einer Aenderung der Form des Gestirns zuzuschreiben *). Die astronomischen Beobach-

*) Es ist vielleicht nicht überflüssig, zu bemerken, daß wir durch Versuche, deren Details hier nicht aufgenommen werden können, gefunden haben, daß die Fehler, um die es sich handelt, weder von einer Excentricität des Theiles, welcher

tungen haben gezeigt, daß die wahren Durchmesser der Fixsterne geringer sind als 1'': in den meisten Instrumenten scheinen diese Gestirne viel größere Winkel zu umspannen, was aber offenbar an einem mangelhaften Sehen liegt. Darf man es nun als eine vollkommen ausgemachte Sache betrachten, daß unter allen Umständen die Mittelpunkte des wahren und des scheinbaren Bildes zusammenfallen werden? Unsere Beobachtungen wenigstens scheinen das Gegentheil zu beweisen. Unleugbar vermindert sich der scheinbare Durchmesser des Sternes in dem Maaße, wie die Vergrößerung zunimmt; die unregelmäßigen Strahlungen und das falsche Licht, wovon das Bild in einem gewöhnlichen Fernrohre umgeben ist, verschwinden fast vollständig, wenn man eine etwas beträchtliche Vergrößerung anwendet; folglich werden in diesem letzteren Falle die constanten Fehler der Einstellung, denen man ausgesetzt sein könnte, merklich kleiner sein als diejenigen, welche bei einem gewöhnlichen Fernrohre zu befürchten ständen.

Wenn die Ursache, von welcher wir glauben die von uns hervorgehobenen Fehler abhängig machen zu dürfen, einige Begründung hat, so werden die großen Repetitionskreise sehr wesentliche Vortheile vor den kleineren Instrumenten derselben Art zeigen. So schätzbar diese letzteren auf einer Reise sind, bieten sie doch auf einem festen Observatorium mehrere Uebelstände dar; denn um z. B. auf Secunden zu kommen, ist es nöthig, zahlreiche Repetitionen vorzunehmen, und folglich auf jede Messung viel Zeit zu verwenden. Man weiß außerdem, daß die Beobachtung der nahe am Zenith stehenden Sterne, so wie der am Tage durch den Meridian gehenden viele Schwierigkeiten darbietet u. s. w. Diese und mehrere andere Erwägungen, deren Aufzählung hier überflüssig ist, konnten den Wunsch erregen, das

---

das Fernrohr trägt, noch von einem todten Gange in der Schraube, welche zur Fortbewegung desselben auf dem Limbus dient, hergerührt haben. Die zu diesen Prüfungen verwandten Instrumente sind aus den Werkstätten von Lenoir und Fortin hervorgegangen; die anerkannte Geschicklichkeit dieser Künstler durfte uns im Voraus die Gewißheit geben, daß wir derartige Fehler in der Construction nicht zu befürchten hatten; ich würde aber nicht zu behaupten wagen, daß unter anderen Umständen eben diese Ursachen nicht die Fehler hervorgerufen haben, welche die Kreise dargeboten haben.

Princip der Repetition der Winkel auf ein Instrument von hinreichend großen Dimensionen angewandt zu sehen. Dem Grafen Laplace sind die pariser Astronomen für die Erfüllung dieses Wunsches verpflichtet. Der große Mathematiker, der durch seine analytischen Arbeiten die Tafeln des Mondes, der Planeten und ihrer Trabanten auf einen so hohen Grad von Vollkommenheit gebracht hat, sah sich nicht ohne Bedauern gezwungen, den glänzenden Hoffnungen zu entsagen, welche das Instrument Mayer's und Borda's für die zukünftigen Fortschritte der praktischen Astronomie erweckt hatte: auch hatte man kaum geahnet, daß die Kleinheit seiner Dimensionen der Grund der Anomalieen war, die es darbot, als Laplace sich beeilte auf seine Kosten von Reichenbach in München einen Kreis von 1 Meter im Durchmesser construiren zu lassen, womit er dem kaiserlichen Observatorium ein Geschenk machte *).

---

*) Laplace würde sehr gewünscht haben, in den Werkstätten unserer Künstler die Mittel zu finden, um schnell seine Absicht zu erreichen; unglücklicherweise aber hatte man sich bis auf diese letzten Zeiten mit der Construction der Kreise von kleinen Durchmessern beschäftigt, der scheinbar sehr plausiblen Idee folgend, daß die großen Dimensionen bei dieser Klasse von Instrumenten der Genauigkeit der Messungen nur schaden könnten. Uebrigens wird uns das verdiente Lob, das wir den Arbeiten Reichenbach's spenden, gegen die beiden geschickten französischen Künstler nicht ungerecht machen, welche der Commission für die Gewichte und Maaße die zahlreichen ausgezeichneten astronomischen und physikalischen Instrumente, deren sie bedurfte, geliefert haben. Bekanntlich sind nämlich die Metallmaaßstäbe, mit welchen Delambre die Basen von Melun und Perpignan gemessen hat, ferner die Apparate, welche zur Bestimmung des Grammes gedient haben, und ebenso die Repetitionskreise, die man für den geodätischen Theil der Gradmessung und zur Bestimmung der Breiten benutzt hat, aus den Werkstätten der Herren Lenoir und Fortin hervorgegangen. Der so eben erwähnte Astronom hat bereits in der Base du système métrique Gelegenheit gefunden, lobend dieser verschiedenen Arbeiten zu gedenken. Wenn nach einer so gewichtigen Autorität meine Stimme von einigen Interesse sein könnte, so würde ich sagen, daß ich durch die Gestattung eines Besuchs der Werkstätten dieser beiden Künstler in den Stand gesetzt worden bin, mich zu überzeugen, daß sie sowohl in der Feinheit der Theilungen, als auch in der Construction und Anordnung der verschiedenen Stücke, woraus die Kreise zusammengesetzt werden, Modificationen angebracht haben, welche ihre Instrumente des Rufes, dessen sie sich erfreuen, sehr würdig machen.

Ebenso wenig kann ich diese Gelegenheit vorübergehen lassen, Herrn Lerebours

Die Instrumente mit fester Axe besitzen große Vorzüge wegen der fast absoluten Unabhängigkeit der Alhidaden und wegen der Mittel, welche Reichenbach angewandt hat, sowohl um die Reibungen der Kreise auf den Axen zu vermindern und die Einflüsse der Excentricität zu beseitigen, als auch um der Biegung des Fernrohrs zu begegnen. Die Künstler werden besser als irgend Jemand die große Vollkommenheit der Arbeit zu würdigen wissen, welche die Construction zweier Kreise erfordert, die 1 Meter im Durchmesser haben und um dieselbe Axe drehbar so vollkommen concentrisch sind, daß man kaum den kleinen Zwischenraum sieht, der sie trennt. Die Genauigkeit der Theilung, die Sauberkeit der Striche, die Empfindlichkeit der Niveaus, die Güte des Fernrohrs u. s. w. rechtfertigen durchaus die Lobsprüche, welche man in Deuschland den Arbeiten Reichenbach's gezollt hat.

Ich werde jetzt die Beobachtungsreihen, die wir sowohl bei Tage als bei Nacht angestellt haben, um die Breite von Paris zu messen, nebst den Resultaten unserer Sonnenbeobachtungen anführen. Die Bemerkungen, welche jede Reihe begleiten, beziehen sich auf den Zustand der Atmosphäre, und werden den Leser in den Stand setzen, das Zutrauen zu beurtheilen, das sie verdienen. Es ist kein Resultat unter-

---

gerechtes Lob zu spenden. Dieser geschickte Künstler hat weder Kosten noch Mühe gescheut, um uns von einem Tribute zu befreien, den Frankreich ebenso wie alle anderen europäischen Nationen seit langer Zeit den englischen Optikern zahlte. Seine Leistungen sind bereits Gegenstand eines Berichts gewesen, den Delambre, Bouvard und ich dem Institute abgestattet haben. Nachdem aber seitdem das Längenbureau eins von den dreizehn astronomischen Fernröhren, welche uns vorgelegt worden waren, erworben hat, ist es uns während zweier auf einander folgender Jahre möglich gewesen, dasselbe den verschiedensten Prüfungen zu unterwerfen. Diese lange Erfahrung hat uns nicht allein in der vortheilhaften Meinung, die wir darüber bereits ausgesprochen hatten, bestätigt, sondern wird uns auch noch weiter gestatten, die Versicherung zu geben, daß Lerebours' Fernröhre verschiedenen englischen Instrumenten von Dollond, die man in Paris besitzt, und wir könnten selbst sagen, den besten ähnlichen Fernröhren, wovon in den von uns zu Rathe gezogenen optischen und astronomischen Werken die Rede ist, überlegen sind. Damit diese letztere Behauptung nicht übertrieben erscheine, wird es genügen hinzuzufügen, daß mehrere der neuen Instrumente am Himmel sehr gut eine 600fache Vergrößerung vertragen, ohne daß man ihre Oeffnung, die 90 Millimeter mißt, zu verkleinern braucht, und trotzdem daß ihre Brennweite nur 1,7 Meter beträgt.

drückt worden, obgleich wir oft bei sehr ungünstigem Wetter beobachtet haben. Die Beobachtungen sind bald von Mathieu, bald von mir gemacht worden; derjenige von uns, welcher nicht nach dem Sterne visirte, verfolgte den Gang des Niveaus von Anfang bis zu Ende und zeichnete ihn auf. Ich darf nicht vergessen hinzuzufügen, daß die Berechnungen aller Reductionen von Mathieu mit der Sorgfalt und Genauigkeit, die er allen seinen Arbeiten zuwendet, gemacht worden sind.

Oberer Durchgang des Polarsterns.

Tage.	Anzahl der Beobachtungen.	Breiten.	Zustand der Atmosphäre.
12. Januar	12	48° 50′ 15,09″	Reiner Himmel; Stern breit; der Faden steht nicht im Brennpunkte des Objectivs.
24. „	10	13,26	Reiner Himmel; Faden verschwindet im Lichte des Sternes.
7. Februar	12	14,54	Einige Wolken; man sah während dieser Beobachtungen sehr gut.
11. „	16	13,19	Reiner Himmel; weißlicher Dunst; der Stern etwas schwach.
19. „	18	13,70	Reiner Himmel; sehr leichte Dünste; Stern zuweilen undulirend.
21. „	16	14,98	Weißliche Dünste; Stern schwach und ein wenig undulirend.
20. April	10	14,51	Dünste unterbrechen die Beobachtungen; Stern gegen Ende schwach.
1. Mai	10	15,27	Einige kleine Wolken; Stern etwas undulirend.
2. „	12	14,52	Weißliche Dünste; Stern stark undulirend.
3. „	12	15,06	Weißliche Dünste; Stern sehr schwach.
6. „	14	14,69	Leichte Dünste; einige Schäfchen am Himmel.
7. „	10	14,83	Weißliche Dünste; Stern schwach und ein wenig undulirend.
12. Juli	10	15,67	Reiner Himmel; Stern groß, schwach und schlecht begrenzt.
14. „	16	15,28	Reiner Himmel; Stern glänzend, klein und etwas undulirend.

19. Juli	12	48° 50′ 13,31″	Reiner Himmel; Stern undulirend und schlecht begrenzt.
18. August	10	13,83	Sehr reiner Himmel; Stern groß und ein wenig undulirend.
23. „	10	13,17	Reiner Himmel; Stern äußerst groß und stark undulirend.
4. Septbr.	10	13,94	Reiner Himmel; sehr schwacher Ostwind.
8. „	10	16,50	Reiner Himmel; es kostet einige Mühe den Faden auf dem Sterne zu sehen.
9. „	12	14,64	Reiner Himmel; Stern groß, ruhig und gut begrenzt.
7. Februar	10	12,00	Leichte Dünste; Stern undulirend.
28. März	10	12,35	Sehr leichte Dünste; Stern breit und auf Augenblicke undulirend.
29. „	10	13,21	Einige Wolken; Stern sehr klein und auf Augenblicke undulirend.
8. April	10	13,50	Aeußerst leichte Dünste; Stern klein und ruhig.
9. „	10	13,52	Einige kleine Wolken; Stern klein.
11. „	10	13,03	Reiner Himmel; Stern klein und undulirend.
Mittel . .		48° 50′ 14,138″	

Die erste Reihe vom 12. Januar 1812, so wie die Reihen vom 18. und 23. August, 4., 8. und 9. September desselben Jahres sind bei Nacht ausgeführt worden; alle übrigen wurden bei Tage gemacht. Die Reihe vom 12. Juli ist die erste, bei der man von der Seite durch ein Prisma beobachtete, das an dem Oculare angebracht und seit dieser Zeit immer am Fernrohre gelassen wurde. Bis dahin hatte man direct beobachtet; was jedoch für nur irgend hohe Sterne unbequem, und ganz unpraktisch für solche Sterne war, deren Durchgang nahe am Zenith stattfindet.

Unterer Durchgang des Polarsterns.

Tage.	Anzahl.	Breiten.	Zustand der Atmosphäre.
11. Februar	16	48° 50′ 13,79″	Reiner Himmel; es kostet einige Mühe den Faden auf dem Sterne zu sehen.
14. „	16	13,38	Reiner Himmel; ziemlich starker Südwind.

20. Februar	18	48° 50′ 13,27″	Reiner Himmel; schwacher Südostwind.
5. April	12	15,61	Ziemlich reiner Himmel; Stern groß, undulirend und verwaschen.
9. „	14	15,78	Reiner Himmel.
11. „	12	14,36	Reiner Himmel; der Faden verschwindet im Lichte des Sternes.
30. „	10	14,40	Reiner Himmel.
2. Mai	16	13,17	Reiner Himmel; Stern breit und schwierig zu beobachten.
6. „	10	15,65	Reiner Himmel; der Faden ist auf dem Sterne schwer zu sehen.
7. „	10	13,32	Reiner Himmel; Stern ruhig, aber sehr groß.
14. Juli	14	12,78	Reiner Himmel; sehr starker und sehr unbequemer Nordnordostwind.
15. „	10	12,48	Weißliche Dünste; Stern schwach.
25. „	16	11,70	Reiner Himmel; Stern etwas undulirend.
13. August	14	12,82	Einige Wolken; Stern momentan undulirend.
14. „	10	12,52	Einige kleine Wolken; Stern undulirend.
18. „	8	12,73	Reiner Himmel; Stern schwach und undulirend.
22. Septbr.	10	12,79	Der Himmel ein wenig dunstig; Stern auf Augenblicke undulirend.
29. October	10	12,38	Himmel ebenso; Stern anfangs gut begrenzt, gegen Ende aber breit und undulirend.
Mittel . .		48° 50′ 13,496″	

Oberer Durchgang	48° 50′ 14,138″
Unterer Durchgang	48 50 13,496
Breite des Kreises	48 50 13,82
Reduction auf die Südfronte .	— 0,66
Breite der Südfronte der Sternwarte	48° 50′ 13,16″

Die zehn ersten Reihen sind bei Nacht und ohne Prisma, die acht anderen bei Tage und mit dem Prisma gemacht worden; alle stammen aus dem Jahre 1812.

Größte westliche Elongation des Polarsternes.

Tage.	Anzahl.	Zenithdistanz des Poles.	Zustand der Atmosphäre.
14. Juli	14	41° 9′ 44,63″	Leichte Dünste; Stern zuweilen von kleinen Wolken bedeckt.
15. „	12	44,64	Reiner Himmel; Stern ziemlich glänzend, aber zuweilen undulirend.
19. „	14	44,40	Reiner Himmel; Stern sehr undulirend.
10. August	10	44,37	Himmel dunstig; kleine Wolken; Stern schwach.
11. „	8	44,14	Wolkiger Himmel; Stern äußerst schwach.
20. „	10	42,27	Reiner Himmel.
Mittel . .		41° 9′ 44,11″.	

Größte östliche Elongation des Polarsternes.

Tage.	Anzahl.	Zenithdistanz des Poles.	Zustand der Atmosphäre.
23. November	12	41° 9′ 49,76″	Reiner Himmel; Stern etwas undulirend und zuletzt verwaschen.
25. „	10	49,71	Reiner Himmel; Stern schwach undulirend.
24. Januar	12	49,99	Reiner Himmel; Stern zeitweilig undulirend.
7. Februar	10	49,40	Reiner Himmel; Stern ruhig.
4. März	10	48,66	Dunstiger Himmel; Stern schwach und ziemlich ruhig.
24. „	10	48,17	Reiner Himmel; Stern ruhig und gut zu beobachten.
8. April	10	47,73	Sehr reiner Himmel; Stern ziemlich gut zu sehen.
Mittel . .		41° 9′ 49,06″	

Westliche Elongation	41° 9′ 44,11″
Oestliche Elongation	41 9 49,06
Complement der Breite . . .	41° 9′ 46,58″
Breite des Kreises	48 50 13,42

Alle Beobachtungen der Elongationen sind bei Tage gemacht worden. Als die erste Reihe vom 14. Juli 1812 ausgeführt wurde, war das Prisma schon vor zwei Tagen an dem Oculare des Fernrohrs angebracht worden.

Wintersolstitium des Jahres 1811.

Tage.	Anzahl.	Scheinbare Schiefe der Ekliptik.	Zustand der Atmosphäre.
15. December	8	23° 27′ 42,88″	Sonne ungemein undulirend.
20. „	6	39,68	Sehr dunstiger Himmel; Sonne sehr schwach und stark undulirend.
31. „	10	39,97	Sonne undulirend, vorzüglich bei der vierten Beobachtung.
2. Januar	10	39,47	Himmel bewölkt; starke Undulationen am Sonnenrande.
4. „	10	40,96	Sehr dunstiger Himmel; Sonne undulirend.
6. „	8	40,58	Wolkiger Himmel; Sonne etwas undulirend.
11. „	12	39,52	Leichte Dünste; Sonne etwas undulirend.
Mittel . . .		23° 27′ 40,35″	
Berechnete Schiefe		23 27 41,16	

Sommersolstitium des Jahres 1812.

Tage.	Anzahl.	Scheinbare Schiefe der Ekliptik.	Zustand der Atmosphäre.
7. Juni	10	23° 27′ 42,50″	Weißliche Dünste; Sonne stark undulirend.
8. „	12	42,03	Himmel bewölkt; Sonne etwas undulirend und verwaschen.
9. „	10	41,87	Weißliche Dünste; Sonne undulirend und verwaschen.
11. „	10	40,70	Einige Wolken und leichte Dünste; Sonne etwas undulirend.

12. Juni	10	23° 27′ 41,38″	Himmel sehr wolkig; Sonne undulirend.
13. „	12	41,46	Leichte Dünste, kleine Wolken; Sonne undulirend und verwaschen.
22. „	4	41,20	Himmel sehr wolkig; Sonne undulirend.
25. „	10	41,88	Die Sonne wird immer durch Wolken gesehen.
29. „	8	41,96	Himmel wolkig; Sonne sehr schlecht begrenzt.
5. Juli	6	41,00	Himmel wolkig; Sonne äußerst undulirend und ausgezackt.
6. „	12	41,61	Himmel wolkig; Sonne ziemlich glänzend, aber verwaschen.
7. „	10	41,45	Himmel wolkig; Sonne zu Anfang schön, zu Ende verwaschen.
Mittel . . .		23° 27′ 41,587″	
Berechnete Schiefe		23 27 41,55	

Wintersolstitium des Jahres 1812.

Tage.	Anzahl.	Scheinbare Schiefe der Ekliptik.	Zustand der Atmosphäre.
3. December	10	23° 27′ 39,67″	Himmel sehr verschleiert; Sonne ruhig, aber sehr schwach.
5. „	10	39,93	Himmel halb bedeckt; Sonne schwach und sehr undulirend.
7. „	6	43,05	Reiner Himmel; Sonne ungemein undulirend.
8. „	10	39,90	Himmel sehr dunstig; Sonne sehr undulirend.
9. „	10	39,12	Himmel dunstig; Sonne undulirend und verwaschen.
12. „	10	41,55	Reiner Himmel; Sonne verwaschen und undulirend.
26. „	8	43,10	Reiner Himmel; Sonne sehr undulirend.
27. „	8	38,50	Reiner Himmel; Sonne undulirend und sehr verwaschen.
2. Januar	10	38,49	Himmel sehr dunstig; Sonne gezähnt.
3. „	10	39,22	Sehr leichte Dünste; Sonne ziemlich gut.
Mittel . . .		23° 27′ 40,25″	
Berechnete Schiefe		23 27 42,20	

Sommersolstitium des Jahres 1813.

Tage.	Anzahl.	Scheinbare Schiefe der Ekliptik.	Zustand der Atmosphäre.
6. Juni	10	23° 27′ 42,88″	Himmel wolkig; Sonne verwaschen und undulirend.
7. „	10	42,71	Himmel wolkig.
11. „	12	43,37	Himmel wolkig.
12. „	10	42,71	Himmel wolkig; Sonne ziemlich ruhig.
13. „	10	41,75	Himmel wolkig; Sonne zeitweilig stark undulirend.
14. „	10	44,21	Himmel wolkig; Sonne undulirend.
19. „	8	42,03	Himmel wolkig; Sonne stark undulirend.
23. „	10	42,51	Himmel wolkig; Sonne stark undulirend.
24. „	12	41,86	Leichte Dünste; Sonne äußerst stark undulirend und verwaschen.
25. „	10	41,67	Reiner Himmel; Sonne verwaschen und undulirend.
5. Juli	8	44,26	Himmel wolkig; Sonne undulirend und sehr verwaschen.
6. „	10	44,01	Himmel wolkig; Sonne verwaschen.
7. „	10	41,52	Reiner Himmel.
Mittel . . .		23° 27′ 42,73″	
Berechnete Schiefe		23 27 43,04	

Ueber die Breite von Paris.

In einer vor der Akademie der Wissenschaften am 3. Januar 1853 gelesenen Abhandlung hat Laugier die zahlreichen Beobachtungen mitgetheilt, die er im Verein mit Mauvais an dem Gambey'schen Mauerkreise zur Bestimmung der Breite der pariser Sternwarte angestellt hat. Die Zahl 48° 50′ 11,19″, die er erhalten, weicht merklich von derjenigen ab, welche aus den Beobachtungen von Circumpolarsternen hervorgeht, die ich mit Mathieu an dem Reichenbach'schen Kreise (s. die vorhergehende Abhandlung S. 118 und 120) angestellt habe. Gegenwärtig weiß man, daß die Beobachtungen mit Repetitionskreisen von kleineren Dimensionen constanten Fehlern unterworfen sind, von denen man sich nur durch Combination nördlich und südlich vom Zenith angestellter Messungen unabhängig macht. Dies gilt aber nicht nur von kleinen Instrumenten, sondern auch noch von denjenigen, welche die Dimensionen des Kreises erreichen, mit welchem 1811 Laplace der Sternwarte ein freigebiges Geschenk machte. Die mit diesem Kreise, einem Meisterwerke des bayerischen Künstlers, an Circumpolarsternen ausgeführten Beobachtungen zeigten eine so schöne Uebereinstimmung, daß Mathieu und ich glaubten, das Mittel der aus diesen Sternen allein hergeleiteten Resultate für die definitive Breite von Paris nehmen zu können. Die südlich vom Zenith gemachten Beobachtungen hatten damals nur die Bestimmung von Declinationen zum Zweck. Jetzt wo die Abweichungen dieser südlichen Sterne durch die auf verschiedenen Sternwarten ausgeführten Beobachtungen vollständig bekannt sind, hat Mathieu von Neuem die in Paris ange-

stellten Messungen discutirt, um sie bei der Bestimmung der Breite hinzu zu ziehen. Die Resultate, welche sehr befriedigend sind, wenn man sie unter sich vergleicht, stimmen nicht mit dem, welches die nördlichen Sterne geliefert haben. Sonach bleibt also ausgemacht, daß der Reichenbach'sche Kreis, ebenso wie die kleinen Kreise, zu constanten Fehlern, welche von Biegungen, todtem Gange oder andern Ursachen herrühren, Veranlassung gibt. Diese Fehler afficiren die Breiten, welche man aus nördlichen und aus südlichen Sternen herleitet, in demselben Sinne. Wir haben also an die Stelle der Breite, welche wir früher aus bloßen nördlichen Sternen erschlossen hatten, das Mittel aus eben dieser Breite und derjenigen, welche sich durch die merkwürdig übereinstimmenden Beobachtungen von Aldebaran, Rigel, α im Orion, Procyon, Pollux, α im Adler und α im Wassermann ergeben hat, setzen müssen. Dieses Mittel weicht nur um einen kleinen Bruchtheil von Secunden von der Breite ab, welche Laugier gefunden, was eine neue Bestätigung der Genauigkeit des Beobachters und des bewundernswürdigen, aus den Händen unseres ehemaligen Collegen Gambey hervorgegangenen Instrumentes ist.

Ueber die Beobachtungen der geodätischen Längen und Breiten.*)

Anwendung der elektrischen Telegraphie zur Vervollkommnung der Karte von Frankreich. — Benutzung der Repetitionskreise, Theodolite, Zenithsectoren und Zenithfernröhre. — Beobachtungsfehler.

Herr Faye hat der Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 6. December 1852 einige Ideen über den Nutzen mitgetheilt, den man bei geodätischen Beobachtungen aus der elektrischen Telegraphie ziehen könnte. Herr Blondel, Director des Kriegsdepot, hat am 3. Januar 1853 der Akademie durch ein Schreiben angezeigt, daß die Officiere des Generalstabes bereits geahnet hätten, wie nützlich die neuen Telegraphen für die Verificirung oder Bestätigung und Erweiterung ihrer Arbeit und selbst der ihrer Vorgänger sein könnten. Herr Faye erklärte dann, daß er sich beeile, jeder Idee von persönlicher Initiative zu entsagen. Da das Wort Initiative ausgesprochen worden war, so mußte ich es als eine Pflicht betrachten, der Akademie einige Erklärungen über die gefaßten oder bereits in Ausführung begriffenen Pläne in Betreff der Benutzung der elektrischen Telegraphen bei Bestimmung der relativen Positionen verschiedener Orte zu machen. Diese Idee lag so nahe, daß sie fast sofort nach Aufstellung der ersten

*) Auszug aus den der Akademie der Wissenschaften in verschiedenen Sitzungen zu Anfange des Jahres 1853 gemachten Mittheilungen.

Telegraphen entstanden ist, und daß man nicht angeben kann, wo sie ihren Ursprung genommen hat. Ich kann nur die Versicherung geben, daß sich das Längenbureau seit jener Zeit beharrlich mit ihr beschäftigte, und außerdem an die Mittel dachte, zwischen der pariser und der greenwicher Sternwarte eine directe Verbindung herzustellen, sobald nur von der Legung eines unterirdischen Kabels zwischen Dover und Calais die Rede war. Wenn dieser Plan noch nicht zur Ausführung gekommen ist, so muß man dies den Schwierigkeiten zuschreiben, die Herr Airy, königlicher Astronom in Greenwich, bei Herstellung einer directen Verbindung der unter seiner Direction stehenden Sternwarte und einer der in Dover und in dem unterseeischen Kabel endigenden Telegraphenlinien gefunden hat. Was uns betrifft, so sind wir längst bereit, die Signale zu geben und zu empfangen. In dieser Absicht ist durch einen unterirdischen Draht, der in der Straße des Faubourg St. Jacques hinläuft, zwischen einem Saale der Sternwarte und der im Ministerium des Innern, Rue de Grenelle, gelegenen Centraladministration eine Verbindung hergestellt worden. Ueber die Bedingungen, unter welchen wir zu gewissen Stunden des Tages über die im Centraletablissement erzeugte elektrische Kraft verfügen können, ist eine Vereinbarung getroffen, und dieselbe durch eine von dem Minister des Innern erlassene Verordnung sanctionirt worden. Das Bureau erwartet nur noch die Vollendung der in Greenwich zu treffenden Einrichtungen, um zu der Verbindung Dünkirchens, eines der Punkte der großen französischen Gradmessung, mit der pariser Sternwarte vorzuschreiten; schon seit langer Zeit ist zu diesem Zwecke aus seinen Mitgliedern eine Commission ernannt worden. Endlich setze ich noch hinzu, daß im Verein mit dem betreffenden Minister Anordnungen getroffen worden sind, um jeden Tag den verschiedenen Häfen, wie Havre, Nantes u. s. w. die pariser Zeit zu signalisiren; den Schiffern werden diese täglichen Angaben ein sehr genaues Mittel zur Regulirung des Ganges ihrer Chronometer liefern können. Die Schwierigkeit, in Havre einen allen Betheiligten zugänglichen Ort für die Aufstellung einer guten Uhr zu finden, hat allein bisher die Ausführung eines Planes verzögert, der sicherlich glückliche Resultate liefern wird.

Nach Mittheilung des Vorstehenden an die Akademie schrieb mir Herr Blondel, daß weder er noch die unter ihm stehenden Officiere irgend wie daran dächten, einen Antheil der Initiative in Betreff der Längenbestimmung durch die elektrische Telegraphie in Anspruch zu nehmen. Als ich die Akademie in der Sitzung vom 24. Januar von dem Briefe des ehrenwerthen und gelehrten Directors des Kriegsdepot in Kenntniß setzte, habe ich mein Bedauern über die Auslegung ausgesprochen, die man meinen Worten gegeben zu haben schien, die blos durch das von Herrn Faye gebrauchte Wort Initiative hervorgerufen worden waren. Der Secretär des Längenbureau durfte nicht glauben lassen, daß diese gelehrte Körperschaft den Anwendungen gegenüber, welche die elektrische Telegraphie der ganzen Welt für die Vervollkommnung der Geographie darbot, geschlafen habe; er mußte sich beeilen kund zu thun, daß auf der pariser Sternwarte seit langer Zeit Alles vorgerichtet war, um Verbindungen mit fremden Sternwarten und mit unsern wichtigsten Seehäfen herzustellen. In allen diesen war in keiner Weise, weder nah noch fern, von den Officieren des Generalstabes die Rede, deren Arbeiten, Geschicklichkeit und Character stets die lebhafteste Theilnahme seitens der Akademie der Wissenschaften erfahren haben. Es bedarf keiner andern Beweise als der Berichte, welche über die vortrefflichen Arbeiten Brousseaud's und Largeteau's, über die sehr schöne von Coraboeuf parallel mit der Pyrenäenkette vom Ocean bis zum mittelländischen Meere ausgeführte Triangulation, über die gelehrten Reisen von Galinier und Ferret in Abyssinien u. s. w. erstattet worden sind.

Um zu zeigen, in wie hoher Achtung die Körperschaft des Generalstabes bei mir stets gestanden hat, will ich sogleich, weil sich die Gelegenheit dazu findet, die Folgerungen bekämpfen, die man nicht verfehlen wird, aus einer unglücklichen Phrase zu ziehen, die ich in einer Mittheilung eines Mitgliedes der Akademie finde.

Nach diesem Mitgliede kommen bei der Messung der Breiten „die Zenithsectoren, Theodolite, Repetitionskreise nicht in Betracht (hors de cause)", was, richtig interpretirt, den ganzen astronomischen Theil der großen Operation, welche unsere Officiere durch außerordentlichen Eifer, Aufopferung und Anstrengung über ganz Frankreich ausge-

dehnt haben, auf Nichts zurückzuführen sucht. Ich muß es also öffentlich aussprechen, der Repetitionskreis gibt bei zweckmäßiger Verwendung die Breiten mit aller Genauigkeit, welche der Zustand der Wissenschaften gestattet.

Es war für mich eine Pflicht, die von den Officieren des Generalstabes erhaltenen Resultate von der Verdammung zu befreien, womit man sie treffen wollte; ich durfte nicht vergessen, daß es sich in diesem Streite um einen der Ruhmesansprüche Frankreichs handelt.

Herr Faye hat behauptet, daß ich seiner so lautenden Phrase: „die Zenithsectoren, Theodolite, Repetitionskreise kommen hier nicht in Betracht (hors de cause)" einen Sinn untergelegt habe, den sie nicht besitze. Nach Faye würden diese Instrumente von der Bestimmung der Breiten nur wegen der langen Zeit ausgeschlossen sein, die ihre Anwendung erfordert, wenn man zu einer hinreichenden Genauigkeit gelangen will. Den Beweis aber, daß ich mich über den wahren Sinn der eben angeführten Worte nicht getäuscht habe, liefert der folgende mündliche Commentar, welchen Faye ihnen in einer Sitzung der Akademie gab: „Es gibt in Frankreich nicht eine einzige Breite, die genau bekannt ist," was auf nichts weniger zielte, als einen wichtigen Theil der von den Officieren des Generalstabes ausgeführten Beobachtungen, und unter Andern der Messung des Obersten Broussseau und Largeteau's auf Nichts zurückzuführen. Was nun die Frage nach der Zeit betrifft, so behaupte ich in Anbetracht der Vollkommenheit, mit welcher die Künstler die Repetitionskreise genau zu theilen wissen, daß man mit einem solchen tragbaren Instrumente in einer einzigen Nacht die Breite eines Ortes bis auf einen kleinen Bruchtheil einer Secunde genau zu bestimmen vermag, vorausgesetzt daß man Sorge trägt, die Beobachtungen der südlich vom Zenith gelegenen Sterne mit den Beobachtungen nördlich davon gelegener angemessen zu combiniren.

Herr Faye nennt Méchain „den geschicktesten französischen Beobachter"; ich frage ihn, mit welchem Rechte er, der noch nicht geboren war, als dieser Beobachter seine Arbeiten in Spanien ausführte, demselben die angeführte Bezeichnung beilegt? Sollte es zufällig deshalb sein, um seiner Kritik des von Méchain in Barcelona benutzten Instrumentes mehr Gewicht zu geben?

Herr Faye stellt die Frage: Welches ist das Gesetz des Fehlers der Repetitionskreise? und antwortet: Niemand hat es ausgesprochen. Wie kann man also behaupten, daß dieser Fehler in dem Mittel zweier beliebig im Norden und im Süden des Zeniths angestellter Beobachtungsgruppen immer ganz verschwindet?

Später, setzt er hinzu, hat man noch bemerkt, daß dieser Fehler sich merklich mit der Temperatur ändern muß. Wer hat dies gefunden?

Das Merkwürdige in den Ideen des Verfassers ist, daß ihm zufolge der Fehler in der Breite mit der Anzahl der Repetitionen wachsen soll. Wie geht es also zu, daß der Fehler nach zwei Repetitionen nicht vorhanden ist?

Da der Verfasser überdies sieht, daß eine Aenderung in der Manipulation, wie er sagt, den Unterschied zwischen den aus nördlichen und südlichen Beobachtungen hergeleiteten Breiten von 12″ bis auf 7″ reducirt, so triumphirt er und erklärt positiv, daß es niemals gelingen werde, die Fehler der Repetitionskreise durch nördlich und südlich gemachte Beobachtungen zu eliminiren. In meiner Abhandlung von 1813 habe ich aber eine auf Formentera vom 25. Januar bis 6. März 1808 über den untern Durchgang des Polarsterns angestellte Beobachtungsreihe mitgetheilt (s. S. 111), woraus hervorgeht, daß die größte Abweichung vom Mittel nur ein Mal auf 0,6″ steigt. Wenn diese Reihe in Deutschland oder Rußland gemacht worden wäre, so würde mein Gegner nicht ermangeln, sie als ein Muster von Genauigkeit anzuführen. Das Mittel, welches sie liefert, weicht merklich von demjenigen ab, das eine frühere vom 29. December 1807 bis zum 11. Januar 1808 mit demselben Kreise ausgeführte, aber etwas weniger gut übereinstimmende Reihe (s. ebenfalls S. 110) liefert. Diese Reihe differirt von der zuvor genannten um 2″. Was ist zwischen diesen beiden Reihen vorgegangen? Vor dem 25. Januar 1808 glaubte ich, daß das von dem Objective des Fernrohres unseres Kreises gelieferte Bild nicht genau mit den Fäden des Netzes zusammenfiele. Biot war einer entgegengesetzten Ansicht. Ich mußte mich, wenn auch wider meinen Willen, dieser Ansicht unterwerfen. Am 25. Januar aber, nach Biot's Abreise, hielt ich es für meine Pflicht, die Sachen nach meinem Gutdünken anzuordnen. Diese Aenderung

hatte eine größere Uebereinstimmung in meinen partiellen Bestimmungen und den Unterschied von 2″ zwischen den mittleren Resultaten zur Folge.

Was die gegen die Zenithsectoren gerichtete Kritik anlangt, so muß ich demjenigen, welchen Ramsden für die mit der Gradmessung beauftragten englischen Ingenieure construirt hat, ein wohl verdientes Lob zollen. Jedenfalls dächte ich, wäre es angemessen, mit rücksichtsvoller Achtung von einer Instrumentengattung zu reden, welche Bradley zur Entdeckung der Aberration des Lichtes und der Nutation der Erdaxe geführt hat.

Ich werde nur wenige Worte über die Vorzüge sagen, womit Herr Faye sein Zenithalinstrument auszustatten gedenkt. In folgender Weise beschreibt dieser Astronom seinen Apparat: „Er besteht aus einem einfachen Fernrohre von 1,20 bis 1,30 Meter Brennweite, dessen Objectiv, Rohr und Fadennetz gesondert an einem Pfeiler festgemacht sind. Ein Quecksilberbad, und ein zweites dem ersten gleiches Fernrohr, das aber in der Mitte seiner Länge durch ein Prisma gebrochen ist, um ein halbes Meter Höhe zu gewinnen, dienen zur Bestimmung des Nadirs. Um das Zenith in dem festen Fernrohre zu erhalten, genügt es, das Quecksilberbad hinwegzunehmen, und die Axen der beiden Fernröhre zur Coincidenz zu bringen, indem man mit dem einen das Fadennetz des andern betrachtet. Darauf entfernt man das obere Fernrohr, und das Instrument ist zur Beobachtung bereit. Dieselbe besteht darin, mikrometrisch den Abstand zwischen dem centralen Faden, den ich senkrecht auf den Meridian voraussetze, und den kleinen Sternen 8ter und 9ter Größe, welche unaufhörlich das Gesichtsfeld des Fernrohres durchschneiden, zu messen.“ Ist es nun nicht einleuchtend, daß die so angestellten Beobachtungen den persönlichen Fehlern des Astronomen ganz ebenso gut ausgesetzt sind, wie die Beobachtungen, bei denen die Gesichtslinie mehr oder weniger gegen den Horizont geneigt ist? Der junge Akademiker hat auf diese Bemerkung eine Antwort gegeben. Der Leser seiner Note wird aber vielleicht nicht wenig überrascht sein, insinuiren zu sehen, daß die in den Jahren 1834 und 1835 von Baily angestellten Vergleichungen der englischen Yards die Quelle der Entdeckung der persönlichen Fehler in der Einstellung sind. Die

kleine Bosheit, welche der Verfasser sich hier erlaubt hat, würde sehr gut angebracht sein, wenn das Jahr 1816, in welchem eine sehr oft citirte Abhandlung *) in der Connaissance des temps erschienen ist, nicht den Jahren 1834 und 1835 vorausgegangen wäre.

Der Verfasser legt Gewicht auf den Umstand, daß ein Quecksilberhorizont fern von den Rändern da, wo die Schwere allein wirkt, beobachtet wird. Nun, ich frage, ob das Gewicht, welches den Faden eines gewöhnlichen Sectors spannt, sich nicht unter denselben Bedingungen befindet oder stets leicht unter dieselben gebracht werden kann? Welchen Vortheil besitzt in dieser Beziehung die optische Verticale vor der materiellen, außer daß die Umstände, welche die Beobachtung der ersteren möglich machen, selten sind?

Der Verfasser spricht von Luftströmungen, als ob sie auf den materiellen Faden einen Einfluß ausüben könnten; diese Bemerkung wird aber von denjenigen, welche mit den alten Mauerkreisen von Bird oder den Zenithsectoren von Ramsden beobachtet haben, nicht ernstlich genommen werden.

*) Die oben S. 103 bis 122 befindliche Abhandlung über die Repetitionskreise.

Ueber die Anziehung der Gebirge.*)

Der erste Versuch, welcher gemacht wurde, um die Ablenkung zu ermitteln, die ein Berg auf die Richtung eines Bleilothes auszuüben vermag, datirt vom Jahre 1738, d. h. aus der Zeit, wo die Mitglieder unserer Akademie die Gradmessung in Peru ausführten. Die Nachbarschaft des Chimborazo schien für derartige Untersuchungen ganz besonders geeignet; Bouguer hatte durch eine approximative Berechnung, wobei er den Berg als völlig solid annahm, gefunden, daß die Einwirkung über 1′ 30″ gehen müßte; leider gaben aber die Beobachtungen eine viel kleinere Zahl, indem im Mittel die doppelte Ablenkung nur 15″ erreichte. Erwägt man übrigens die Kleinheit des von ihm benutzten Quadranten, sowie die Abweichungen der einzelnen Messungen von einander, so läßt sich aus dieser Arbeit kaum schließen, daß der Berg überhaupt eine merkliche Wirkung auf die Richtung des Lothes ausgeübt habe; es wird also noch viel weniger gestattet sein, einen numerischen Werth für dieselbe daraus herzuleiten.

Im Jahre 1773 unternahm Maskelyne eine ähnliche Bestimmung für den Berg Shehallien in Schottland, und fand mittelst eines ausgezeichneten 10füßigen Sectors, daß die Ablenkung auf 5,8″ stieg. Seit dieser Zeit haben die Astronomen die localen Anziehungen eine große Rolle spielen lassen, und dadurch Abweichungen in ihren

*) In der Connaissance des temps für 1819 im Jahre 1816 erschienenen Abhandlung.

Resultaten erklärt, die es natürlicher gewesen wäre, bloßen Beobachtungsfehlern zuzuschreiben. So schiebt z. B. der Pater Liesganig die groben Fehler, die er in allen Theilen seiner Operation begangen hatte, auf die Anziehung der steyerischen Gebirge. Herr v. Zach hat kürzlich gezeigt, daß sich schwere Irrthümer in die piemontesische Gradmessung eingeschlichen haben; bis dahin hatte die Wirkung des Monte Rosa Alles erklären müssen. Man sieht hieraus, daß die Frage, welche den Gegenstand eines neuen Werkes des Herrn v. Zach ausmacht, mit den feinsten Untersuchungen in der Astronomie zusammenhängt, und die volle Aufmerksamkeit der Gelehrten verdient.

Das Werk des Herrn v. Zach umfaßt zwei Octavbände, die im J. 1814 in Avignon gedruckt sind, und den Titel führen: L'attraction des montagnes et ses effets sur les fils à plomb ou sur les niveaux des instruments d'astronomie, constatés et déterminés par des observations astronomiques et géodésiques faites en 1810, à l'ermitage de Notre-Dame des Anges, sur le mont de Mimet et au fanal de l'île de Planier, près de Marseille, etc.

Südwestlich von Marseille liegt in zwei Meilen Abstand vom Festlande die kleine Insel Planier, die nur ein einzeln stehender breiter Felsen im Niveau des Wassers ist. Nördlich von derselben Stadt befindet sich fast zwei Meilen entfernt ein Kalkberg, der sich ungefähr 800 Meter über das Meer erhebt, und in der dortigen Gegend Mimet genannt wird. Die Ruinen eines alten auf halber Höhe gelegenen Klosters, Notre-Dame des Anges, haben als Observatorium gedient. Auf dieser Station konnte der Berg Mimet eine merkliche Wirkung auf das Bleiloth ausüben, während man auf Planier keine locale Anziehung zu befürchten hatte. Um den Einfluß des Berges Mimet aufzufinden, mußte es also genügen, den Unterschied der Breiten von Notre-Dame des Anges und Planier astronomisch zu bestimmen und dann mit eben diesem, aber durch geodätische Messungen bestimmten Unterschiede zu vergleichen. Dies ist in der That das System von Operationen, die Herr v. Zach ausgeführt hat.

Der erste Abschnitt seines Buches enthält die in Notre-Dame des Anges gemachten astronomischen Beobachtungen. Die Breite wurde mit einem 12zölligen Reichenbach'schen Repetitionskreise mit beweg-

lichem Niveau gemessen; er benutzte ausschließlich die drei südlichen Sterne α im Schlangenträger, ζ und α im Adler. Der Verfasser theilt mit allen nöthigen Details die unmittelbaren Beobachtungen nebst den verschiedenen Elementen, die er in der Rechnung angewandt hat, mit. So gibt uns eine erste Tabelle für jedes der drei benutzten Chronometer die Zeiten des wahren Mittags und der Mitternacht, hergeleitet aus correspondirenden Höhen. Eine zweite Tabelle enthält die aus den Sonnentafeln entlehnten Elemente, deren man zur Berechnung des Ganges dieser Chronometer bedurfte; *) eine dritte endlich liefert ihre Gleichungen und ihren täglichen Gang für die ganze Zeit der Beobachtungen.

Alle Theile dieser Arbeit sind mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, so daß der Leser den Rechnungen würde mit den Augen folgen oder sie mit neuen Elementen wieder beginnen können. Herr v. Zach hat 10 Reihen von Beobachtungen des Zenithabstandes von α im Schlangenträger, ausgeführt, die jede aus 30 Repetitionen bestehen, was im Ganzen 300 Beobachtungen gibt. Die äußersten Abweichungen zwischen den partiellen Resultaten jeder Reihe steigen nur auf 3,45″. Für ζ im Adler wachsen diese Differenzen bis 4,4″ und für α im Adler bis 4″. Man sieht, daß diese Messungen den Ruf eines ausgezeichneten Beobachters bestätigen werden, den Herr v. Zach sich bereits durch viele andere Arbeiten erworben hat.

Das zweite Kapitel des ersten Abschnittes enthält Beobachtungen, welche zur Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen Notre-Dame des Anges und der marseiller Sternwarte gedient haben. Herr v. Zach hat dazu Feuersignale benutzt, die er in festgesetzten Augenblicken auf Notre-Dame des Anges anzündete; Herr Pons, der den Astronomen durch die große Zahl der von ihm entdeckten Kometen wohl bekannt ist, beobachtete dieselben in Marseille. Im Mittel von 63 Messungen

*) Ich habe nicht nöthig zu erwähnen, daß diese Elemente aus den Tafeln entlehnt sind, die Herr v. Zach 1804 in Gotha herausgegeben hat; da sie aber äußerst wenig von denen abweichen, die wir Delambre's Arbeiten verdanken, so werden die Astronomen, welche Lust haben sollten, die in dem Werke befindlichen Rechnungen zu wiederholen, ohne Uebelstand sich der französischen Tafeln bedienen können.

wurde der Längenunterschied zwischen diesen beiden Stationen zu 29,95″ gefunden; die größte Abweichung zwischen den partiellen Resultaten erreicht nicht ganz 2″, woraus man sieht, daß diese Methode, welche zum ersten Male bei einer ähnlichen Veranlassung und fast an demselben Orte von Cassini de Thury und Lacaille angewandt worden war, vieler Genauigkeit fähig ist.

Herr v. Zach hat diesem Kapitel einige historische Bemerkungen über die Bestimmung der Längen beigefügt, welche die Astronomen mit Interesse lesen werden; ich würde aber nicht zu behaupten wagen, daß sie seiner Meinung beipflichten werden, wenn sie sehen, daß er die Verfinsterungen der Jupitersmonde den Mondfinsternissen gleichstellt. Zach's eigene Worte lauten: „Der auf den Mond projicirte Schatten der Erde ist von seinem Halbschatten begleitet, und läßt daher eine so große Unsicherheit über den Augenblick der Phasen, daß man sich oft darüber um mehrere Minuten täuscht... Die Verfinsterungen der Jupitersmonde sind nicht besser markirt u. s. w." Allerdings gibt er später die Unsicherheit auf 30 bis 40 Secunden an; indeß scheinen mir selbst diese Grenzen, wenigstens für den ersten Satelliten übertrieben. Ich weiß, daß man bisweilen solche Unterschiede sogar in den greenwicher Beobachtungen antrifft; es ist jedoch für jeden vorurtheilsfreien Astronomen klar, daß entweder in diese Beobachtungen sich irgend ein Fehler eingeschlichen hat, oder daß sie unter ungünstigen Umständen gemacht worden sind. Meines Erachtens darf man sich aber durch einige Ausnahmen nicht bestimmen lassen, eine Methode zu verwerfen, aus welcher die Geographie sehr großen Nutzen ziehen kann.

Herr v. Zach geht auch umständlich auf die verschiedenen Fehlerquellen ein, welche bei der Beobachtung von Sternbedeckungen vorkommen können; er hätte aber hinzufügen können, daß diese Fehlerquellen nicht constant sind, und daß das Mittel aus mehreren partiellen Resultaten der Wahrheit sich nähern muß. Dürfte nicht blos in der Absicht, seine Einwände zu verstärken, der Grund liegen, weshalb v. Zach hinzusetzt, daß man länger als ein Jahrhundert gebraucht habe, um den Längenunterschied zwischen Paris und Greenwich auf 5 Zeitsecunden zu bestimmen. In der That weiß dieser Astronom besser als irgend Jemand, daß Halley in dem Anhange der carolinischen

Tafeln diesen Unterschied bereits zu 9 Minuten 20 Secunden annahm; daß Duséjour 9 Minuten 20 Secunden aus den Sonnenfinsternissen von 1764 und von 1769 fand; daß Oriani dieses Resultat durch die Finsterniß von 1778 bestätigt hatte; daß Maskelyne vor der Verbindung von 1787 gleichfalls 9 Minuten 20 Secunden annahm, und daß alle Astronomen in ihren gewöhnlichen Rechnungen eben diesen Unterschied anwandten, den später die Verbindung der beiden Sternwarten bestätigt hat (s. die Vorrede der ersten von Zach selbst im Jahre 1792 veröffentlichten Sonnentafeln, denen ich diese Zahlen entnehme). Daraus, daß Lalande noch in die Connaissance des temps von 1789 eine falsche Länge aufnahm, darf man nur folgern, daß dieser Astronom Unrecht handelte, nach einer einzigen Beobachtung von Short (einem Durchgange des Mercur vor der Sonne, wenn ich nicht irre) die früher gefundene mittlere Länge abzuändern.

Um die Dreieckskette, welche die nördliche Station mit der Insel Planier verbinden sollte, zu orientiren, hat Herr v. Zach an dem ersten Punkte zahlreiche Azimutalbeobachtungen ausgeführt, die in dem dritten Kapitel des ersten Buches berichtet werden.

Herr v. Zach hat auf die Bestimmung dieses Elementes mehr Sorgfalt verwandt, als der Gebrauch, welchen er davon für den Hauptzweck seiner Operation zu machen hatte, zu erfordern schien; indeß hat ihm dieser Umstand Veranlassung gegeben, nützliche Bemerkungen über die verschiedenen Methoden, die man zur Bestimmung eines Azimuts anwenden kann, und besonders über die Benutzung der Reichenbach'schen Repetitionstheodolite zu veröffentlichen. Jedoch scheint das gerechte Zutrauen, das Herr v. Zach den Instrumenten dieses geschickten Künstlers schenkt, ihn in diesem Falle zu einer Schlußfolgerung geführt zu haben, welche die Astronomen gewagt finden werden.

Nachdem Herr v. Zach das Azimut von Notre-Dame de la Garde in Marseille durch zwei Beobachtungsreihen, wobei er in der ersten nach dem einen Rande der Sonne, und bei der zweiten nach dem entgegengesetzten Rande visirte, gemessen hatte, berechnete er dieselben, indem er den Durchmesser jenes Gestirns aus den Tafeln nahm; die in jeder Reihe erhaltenen partiellen Resultate stimmen sehr gut unter einander

überein, während ihre Mittelwerthe nahe um 13″ verschieden sind. Herr v. Zach schließt daraus, daß der Sonnenhalbmesser in dem Fernrohre seines Theodolits den Halbmesser der Tafeln, der mit Fernröhren von längerer Brennweite gemessen worden ist, um 6,3″ übertreffe. Hatte er sich aber zuvor wohl versichert, daß die Art, wie er den Faden des Fernrohrs auf den Sonnenrand einstellte, ihn nicht irre führen konnte? Die alte Meinung, daß die Irradiation in kleinen Fernröhren viel beträchtlicher sei als in großen, hat seit Entdeckung der achromatischen Fernröhre viel von ihrer Glaubwürdigkeit verloren. Herr v. Zach schreibt den Unterschied von 13,6″, um den es sich hier handelt, „der durch die Aberration des Lichtes, (die in kleinen Fernröhren stets beträchtlicher ist als in großen), gebildeten leuchtenden Corona zu.“ Wenn er unter dem unbestimmten Ausdrucke Aberration, wie zu vermuthen, die bei der Brechung eintretende versteht, so muß ich bemerken, daß infolge der Methode, die er bei seinen Azimutalmessungen befolgt hat, der Rand der Sonne stets im Centrum seines Fernrohrs beobachtet worden ist; daß folglich farbige Säume, welche von einer Unvollkommenheit des Achromatismus herrühren konnten, in dieser Lage eine viel geringere Ausdehnung haben mußten, als wenn man die Sonne direct mit einem Mikrometer gemessen hätte; denn in diesem Falle würden die Ränder der Scheibe den Grenzen des Gesichtsfeldes sehr nahe gewesen sein. Zu diesen Zweifeln will ich hinzufügen, daß Quénot durch zahlreiche Beobachtungen mittelst eines mit Repetition versehenen Spiegelkreises genau das Gegentheil von dem gefunden hatte, was v. Zach angibt. Es ist verdrießlich, daß dieser Astronom, der sicherlich die Arbeit Quénot's kannte, da dieselbe in der Connaissance des temps für das Jahr XII erschienen war, sich nicht veranlaßt gefunden hat, die Ursache des so auffälligen Gegensatzes zwischen diesen Resultaten aufzusuchen.

Die Details, in die wir so eben eingegangen sind, werden uns gestatten, über die im zweiten Theile des Werkes enthaltenen Beobachtungen, durch welche v. Zach die Breite und Länge von Planier und ein Azimut bestimmt hat, schneller hinwegzugehen; wir werden uns sogar mit der Anführung begnügen, daß daselbst, ebenso wie in Notre-Dame des Anges, mit dem Repetitionskreise α im Schlangen-

träger, α und ζ im Adler beobachtet, und die Länge durch Feuersignale bestimmt wurde, die Pons zu festgesetzten Stunden auf der Terrasse der marseiller Sternwarte abbrannte.

Der dritte Abschnitt ist den geodätischen Operationen gewidmet, d. h. den Details der Messung der Basis und der Winkel der Dreiecke, welche die beiden äußersten Stationen verbinden. Die Basis hatte 2304,553 Meter Länge, war also für den Zweck, den v. Zach sich gesetzt hatte, vollkommen ausreichend.

Jeder der Dreieckswinkel wurde wenigstens durch zehn Repetitionen mit einem Reichenbach'schen Theodolit gemessen. Für die 7 Dreiecke, woraus die Kette besteht, betrug der Fehler der Summe der drei Winkel ein einziges Mal 5″, vier Mal etwas über 3″, und war zwei Mal Null.

Im vierten Abschnitte beschäftigt sich Herr v. Zach mit der Bestimmung des zwischen den Parallelen von Notre-Dame des Anges und der Insel Planier gelegenen Bogens des Meridians; er führt seine Rechnungen nach den von Delambre in dem Werke: Méthodes analytiques pour la détermination d'un arc du méridien etc. bekannt gemachten Formeln. Drei verschiedene Combinationen geben ihm genau dieselben Resultate sowohl für den Abstand der beiden Stationen, als auch für ihre Längendifferenz. Der Verfasser hat die Abplattung zu $^1/_{310}$ genommen; die Unsicherheit, welche noch über den Werth dieses Elementes existiren kann, wird hier, in Anbetracht der geringen Länge des zu berechnenden Bogens, keinen merklichen Einfluß haben.*)

*) Herr v. Zach bemerkt, daß in dem Ausdrucke einer Hülfsgröße δ, die in alle Formeln Delambre's eingeht, sich ein Fehler im Zeichen findet; dieser Fehler ist aber ein bloßer Druckfehler, wie Herr v. Zach sich hätte überzeugen können, wenn er entweder die Base du système métrique nachgeschlagen oder auch blos einen weitern Blick in das Werk gethan hätte, das er für den analytischen Ausdruck der Normale citirt. Herr v. Zach sagt ferner, daß sich in der Formel (Base du système métrique Bd. 2, S. 212), welche Delambre zur Reduction der Zenithdistanzen auf den Meridian bei Beobachtungen außerhalb dieser Ebene gegeben hat, ein falsches Glied finde. Dies ließ mich anfangs fürchten, daß sich in die Berechnung der französischen Gradmessung arge Fehler eingeschlichen hätten; ich wurde indeß bald beruhigt, als

Im fünften Abschnitte, dem letzten des ersten Bandes, vergleicht v. Zach die Rechnungen des vorhergehenden Abschnittes mit den astronomischen Messungen. Die Triangulation hatte ihn gelehrt, daß der Abstand der Parallelen von Notre-Dame des Anges und Planier 12′ 3,11″ beträgt; die astronomischen Beobachtungen geben für denselben Abstand 12′ 1,13″. Der Unterschied dieser beiden Zahlen, oder 1,98″ ist nach dem Verfasser die Wirkung der Anziehung des Berges Mimet. Was den Längenunterschied anlangt, so ist der aus den geodätischen Beobachtungen hergeleitete um 10,67″ größer als die astronomisch bestimmte Differenz.

Dies sind die Resultate der v. Zach'schen Operation; es blieb aber zu zeigen, daß die kleine Differenz von 1,98″, die er zwischen den beiden Abständen gefunden hat, nicht Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden darf; dies ist der Zweck, welchen der Verfasser in dem Kapitel verfolgt, dessen Ueberschrift lautet: „Beweis der Genauigkeit unserer Operationen und ihres Resultats, welches darthut, daß die Wirkung der Anziehung wirklich beobachtet worden ist, nebst mehreren andern Resultaten, die aus der Gesammtheit unserer Beobachtungen folgen."

Der Verfasser untersucht zunächst alle Quellen von Ungenauigkeiten, welche die geodätische Operation betreffen können, und beweist, wie mir scheint, einwurfsfrei, daß die wahrscheinlichen Fehler der Azimute den Werth des zwischen den beiden äußersten Stationen gelegenen Bogens nur um unmerkliche Größen haben ändern können.

In Betreff der astronomischen Beobachtungen wollen wir nach einander die Verificationen betrachten, die v. Zach sich verschafft hat und zur Beseitigung aller Zweifel geeignet hält.

Jeder der drei in Notre-Dame des Anges und auf Planier beobachteten Sterne gibt denselben Werth für die Größe des Bogens. Dies beweist, daß wenn in dem Kreise ein Fehler war, derselbe die Beobachtungen jedes der Sterne in gleicher Weise traf, aber keines-

---

ich sah, daß es zur Entdeckung und Verbesserung des von Zach gerügten Fehlers genügte, das Blatt umzuwenden, und das Glied, das auf S. 212 incorrect gedruckt worden, auf S. 213 zu nehmen.

wegs, daß der Fehler auf Planier und am Berge Mimet derselbe gewesen ist. Die Uebereinstimmung der drei partiellen Resultate ist um so weniger auffallend, als α im Schlangenträger, α und ζ im Adler wenig verschiedene Höhen haben; nichts desto weniger ist die Amplitude, welche α im Schlangenträger gibt, um 0,46″ von der aus den beiden Sternen des Adlers hergeleiteten verschieden.

Herr v. Zach hatte 1808, 1810 und 1812 die Breiten dreier Punkte in der Umgegend von Marseille gemessen, die weit genug von den Bergen entfernt sind, um die Annahme zu gestatten, daß locale Anziehungen die Richtung des Bleilothes nicht geändert haben. Da nun diese Breiten mit der von Planier übereinstimmen, so schließt der Verfasser daraus, daß auf dieser letzten Station sein Repetitionskreis mit keinem Fehler behaftet war.

Ich bemerke zuerst, daß in Marseille die Breiten durch den Polarstern bestimmt, für Planier aber aus Beobachtungen von α im Adler hergeleitet wurden. Werden nun aber die Astronomen nicht ganz und gar die Folgerungen, die sich aus dieser Verification herleiten lassen, zurückweisen, wenn sie bemerken, daß die Declination, die v. Zach für α im Adler annimmt, blos das Resultat aus vier in Mailand 1808 gemachten Beobachtungsreihen ist, und daß sie ferner um 2,5″ sowohl von derjenigen abweicht, die Pond neuerdings mit dem schönen Troughton'schen Instrumente gefunden hat, als auch von derjenigen, welche sich aus dreizehn in Paris mit dem großen Reichenbach'schen Repetitionskreise ausgeführten Reihen ergibt?

Herr v. Zach scheint viel auf den Umstand zu rechnen, daß er „die Zwischenzeit zwischen den in Notre-Dame des Anges und den auf Planier gemachten Beobachtungen möglichst kurz nahm, damit sie gewissermaßen als gleichzeitig betrachtet werden könnten. . . .“ Weiterhin setzt er hinzu: „Wenn mein Kreis irgend einen Fehler für absolute Beobachtungen geben sollte, so würde derselbe sich aufheben und vollständig eliminirt werden, wenn man nur die Differenzen unserer Beobachtungen nimmt.“ Dies setzt voraus, daß der Fehler, der sich in einem Kreise finden kann, stets derselbe bleibt, und dies ist in der That die von v. Zach vertretene Ansicht; es scheint mir aber

leicht, selbst mittelst der eigenen Beobachtungen dieses Astronomen das Gegentheil zu beweisen.

In der That fand im Monat Juni 1808 v. Zach aus dem Polarstern die Breite von Mailand gleich 45° 28′ 1,70″, ganz ebenso mit seinem Kreise als mit dem Oriani's. Zu derselben Zeit gab aber das erstere dieser Instrumente für die Breite aus dem Arktur berechnet 45° 28′ 1,97″, während man mit dem zweiten Instrumente 45° 28′ 4,35″ fand. Wie man sieht, weicht dies Resultat von dem vorhergehenden um 2,38″ ab, also um eine beträchtlichere Größe als die, welche Herr v. Zach für die Anziehung des Berges Mimet gefunden hat.

Würde man sich jetzt durch einen Unterschied von 2″ zu der Behauptung für berechtigt halten, daß jener Berg auf das Bleiloth eine merkliche Wirkung ausgeübt habe, wenn man sieht, daß 2 ähnliche Kreise von gleichen Dimensionen und gleicher Vollkommenheit, weil sie beide von Reichenbach herrührten, die an demselben Orte (auf der mailänder Sternwarte) aufgestellt und von demselben Astronomen (Herrn v. Zach) gehandhabt wurden, an denselben Tagen identische Resultate gaben, sobald der Polarstern beobachtet wurde, und constant um 2″ von einander verschiedene Werthe, sobald man nach dem Arktur visirte? Nehmen wir für einen Augenblick einmal an, daß die Fehler der Beobachtungen im Meridian blos dem Kreise Oriani's angehangen haben, und sehen, ob wir nicht einige Gründe haben dürften zu glauben, daß der Kreis des Herrn v. Zach ebenfalls leichten Anomalieen unterworfen ist. Wenn dieser Astronom sich an die Beobachtungen, die er in die Bibliothèque britannique eingesandt hat, erinnern will, so wird er sehen, daß im Jahre 1808 124 mit seinem 12zölligen Kreise ausgeführte Repetitionen ihm für die Breite von Mailand 45° 28′ 1,76″ gegeben haben, und daß er 1809 1,1″ mehr fand. Wenn nun diese Bemerkungen beweisen, daß der 12zöllige Kreis Zach's positive und negative Fehler von einer Secunde geben kann, so folgt daraus, wie mir scheint, unbestreitbar, daß dieses Instrument nicht geeignet war, eine Anziehung von 2″ entdecken zu lassen.

Es würde mir leicht sein, diese Einwürfe durch Beispiele aus der französischen Gradmessung zu verstärken; indeß ist es mir angemessener erschienen, mich auf die eigenen Arbeiten des Herrn v. Zach zu be-

schränken, und sogar nur diejenigen in Betracht zu ziehen, die mit demselben Instrumente gemacht worden sind, dessen er sich bei seinen neuen Operationen bedient hat.

Was aber kann schließlich die Ursache der Anomalieen sein, welche die Repetitionskreise darbieten? In der Connaissance des temps für 1816 *) hat man davon Rechenschaft zu geben versucht durch die Annahme, daß die unregelmäßigen Strahlen, von welchen das Bild eines Sternes in einem kleinen Fernrohre stets begleitet ist, den Beobachter über die Lage des wahren Mittelpunktes des Gestirns täuschen können. Herr v. Zach verwirft diese Erklärung, die er behandelt „als eine wohlfeile Hypothese, die Nichts erkläre, absolut Nichts, die sogar nicht zulässig sei.“ Indeß weiß Jeder, daß die in Fernröhren gesehenen Fixsterne eine merkliche Winkelbreite besitzen, die aber schnell abnimmt, wenn die Vergrößerung wächst. Wenn das parasitische Licht, wovon die wahre Scheibe umgeben ist, wie wahrscheinlich, von den vereinigten Wirkungen der Unvollkommenheiten der Fernröhre und unserer Organe abhängt, so kann es nicht für alle Augen dieselbe Form haben; was die constanten Differenzen erklärt, die man zwischen den partiellen und mittleren Resultaten mehrerer Beobachtungsreihen angetroffen hat, die in derselben Zeit, an demselben Orte mit demselben Instrumente, aber von verschiedenen Astronomen ausgeführt worden sind. Die Ausdehnung und die Lage der unregelmäßigen Strahlen, welche das Bild eines Fixsterns erweitern, würden auch durch eine leichte Veränderung des relativen Abstandes des Objectivs vom Oculare Aenderungen erleiden können, und wenn ich mich nicht täusche, so liegt hierin der Hauptgrund für die Anomalieen, die einige Kreise dargeboten haben. Wie dem auch sein möge, der Urheber der Hypothese **) hatte bei ihrer Veröffentlichung Sorge getragen, sie mit Beobachtungen zu begleiten, aus denen sie eine Folgerung zu sein schien; wäre es nicht für Herrn v. Zach gleichfalls Pflicht gewesen, dem Publicum die Gründe mitzutheilen, aus denen er sie verwerfen zu müssen glaubte? Was würde dieser

*) S. oben S. 103 bis 122 die Abhandlung über die Repetitionskreise.

**) Arago, s. oben S. 112.

Astronom gesagt haben, wenn wir, anstatt wie geschehen, mit allen entsprechenden Details zu zeigen, daß in keiner Weise aus seiner neuen Operation hervorgeht, daß der Berg Mimet das Bleiloth um 2″ angezogen habe, uns begnügt hätten zu sagen, „daß sie Nichts beweise, absolut Nichts, daß sie selbst nicht zulässig sei?"

Beim Schlusse dieser Abhandlung muß ich mich übrigens beeilen, die Astronomen zu beruhigen, welche fürchten könnten, daß diese Frage lange Zeit unentschieden bleiben könnte. Es geht in der That aus einer von Herrn v. Zach erzählten Anekdote hervor, daß als er seine Briefe in der Bibliothèque britannique veröffentlichte, er eine Falle stellte, in welche diejenigen gerathen sind, welche der Ursache der Fehler, die er den Repetitionskreisen vorwarf, nachgeforscht haben. „Seine Antwort war damals noch nicht fertig; er wird sie aber geben, wenn sie es sein wird." Wenn jedoch Herr v. Zach seine Versprechen nach der Ordnung ihres Datums hält, so wird er uns zuvor die sonderbare Differenz von mehreren Secunden erklären, die man zwischen den Schiefen der Ekliptik im Sommer und im Winter findet. Die Astronomen erwarten mit um so größerer Ungeduld die Lösung, welche Herr v. Zach vor fast vier Jahren versprochen hat, als die erwähnte Anomalie hatte fürchten lassen, daß es irgend einen kleinen Fehler in den Refractionstafeln gäbe.

Die Grenzen, in welchen wir uns halten müssen, gestatten nicht, über mehrere Kapitel des v. Zach'schen Werkes Bericht zu erstatten, die überdies nur sehr indirect mit dem Hauptgegenstande seiner Operation zusammenhängen; doch wollen wir die Titel derselben anführen.

Der siebente Abschnitt ist der Bestimmung „der Höhen der Stationen über dem Mittelmeere" gewidmet. Der Verfasser hat für diesen Zweck ohne Unterschied reciproke Zenithdistanzen, Depression des Horizontes und Barometerstände angewandt. Die Vergleichung der Resultate, die er an einer und derselben Station für jede dieser Methoden findet, liefert ihm die Mittel, die Genauigkeit zu schätzen, deren sie fähig ist.

Im achten Abschnitte gibt uns Herr v. Zach die „geometrische Beschreibung der Stadt Marseille und ihres Territoriums." Dieser Gelehrte hat sich in diesem Kapitel mit interessanten Untersuchungen

beschäftigt, um zu entdecken, in welchem Theile der jetzigen Stadt Pytheas 350 Jahre vor unserer Zeitrechnung jene berühmte Beobachtung des Sommersolstitiums machte, die uns Strabo im 5. Kapitel des 2. Buches seiner Geographie aufbewahrt hat. Er bestimmt ebenfalls die Lage der Observatorien von Gassendi, Dom. Cassini, Chazelles, Louville, des Pater Feuillée und mehrerer anderer Liebhaber der Astronomie.

Das Werk schließt mit einer Tafel der Längen und Breiten der wichtigsten Orte im südlichen Theile von Frankreich, die theils durch astronomische, theils durch geodätische Operationen erhalten worden sind, und mit einigen Reflexionen bezüglich der Operation, welche Dr. Maskelyne am Fuße des Shehallien in Schottland zur Ermittelung der Anziehung dieses Berges ausgeführt hatte.

Ueber die in Italien durch die französischen Ingenieure ausgeführten geodätischen Operationen*).

Das Netz von Dreiecken erster Ordnung, welches die französischen Ingenieure in Italien gebildet haben, besteht der Hauptsache nach:

1) Aus einer senkrecht auf den Meridian von Mailand gerichteten Kette, die sich von der Basis des Ticino bis nach Venedig erstreckt.

2) Aus einer zweiten nördlicheren Kette, die sich ebenfalls auf die Basis des Ticino stützt, und an die vorhergehende grenzt, dergestalt, daß die nördlichen Seiten der Dreiecke dieser letzteren die südlichen Seiten jener zweiten Kette sind. Die beiden Ketten vereinigen sich, ehe sie Venedig erreichen, in dem Dreiecke Solferino — Verona — Mantua.

3) Aus einer dritten von Norden nach Süden gerichteten Kette zwischen Venedig und Rimini, die sich mit der des Parallels von Mailand in dem Dreiecke Monte Cero — Padua — Chioggia vereinigt.

4) Aus einer Kette, welche die Basis des Ticino mit der von Rimini in der Richtung ihres kürzesten Abstandes verbindet.

5) Aus einer Kette, welche die Basis des Ticino mit derjenigen verknüpft, die Beccaria bei seiner Operation in Piemont benutzt hatte.

6) Endlich aus einigen Dreiecken, die bis Friaul gehen, zum Anschlusse an die von dem östreichischen General Baron von Zach gemessenen Basen.

*) Im Jahre 1824 in der Connaissance des temps für 1827 veröffentlichter Aufsatz.

Sehen wir zunächst, welchen Grad von Zutrauen diese ersten Operationen verdienen. Zwei verschiedene Mittel werden uns zum Ziele führen. Das erste besteht darin, zu prüfen, welche Fehler sich in die Bestimmung der Winkel verschiedener Dreiecke eingeschlichen haben; das zweite darin, zu suchen, in wie weit die berechneten Basen mit den gemessenen übereinstimmen.

In den 22 großen Dreiecken der auf den Meridian von Mailand senkrechten Kette, die sich von der Basis des Ticino bis zur Seite Venedig — San Salvatore erstreckt, sind die Fehler in der Summe der drei Winkel: + 0,14″; — 0,53″; — 1,12″; + 7,42″; + 1,28″; — 0,24″; — 0,74″; + 2,78″; + 4,23″; + 1,65″; + 2,13″; — 3,81″; — 2,83″; + 1,79″; + 4,91″; + 5,73″; — 1,26″; + 4,13″; + 1,41″; + 1,25″; + 7,93″; — 1,29″. Der kleinste Winkel in allen diesen Dreiecken beträgt 27° 23′.

Für die 10 Dreiecke der an die vorhergehende grenzenden nördlichen Kette, welche ebenfalls die Basis des Ticino mit Venedig verbindet, gibt die Summe der drei Winkel folgende Reihe von Fehlern: + 3,33″; — 2,54″; + 1,70″; — 2,32″; + 4,46″; + 2,38″; — 2,53″; + 7,26″; + 1,64″; — 3,34″. Diese Dreiecke haben ziemlich gute Verhältnisse: der kleinste Winkel beträgt 32° 59′.

In den 16 Dreiecken der von Norden nach Süden gerichteten Kette zwischen Venedig und Rimini findet man: — 0,79″; + 0,90″; — 1,11″; — 3,29″; — 4,82″; — 0,79″; — 2,60″; + 2,90″; — 3,26″; + 0,74″; + 1,99″; + 1,36″; + 2,15″; + 3,81″; — 2,30″; — 4,49″. Der kleinste Winkel beträgt 23° 13′.

In den 9 Dreiecken der direct von Ticino nach Rimini gerichteten Kette, die keinen Theil der bereits erwähnten Ketten bilden, sind die Fehler gestiegen auf: — 3,47″; + 5,77″; — 0,78″; — 5,04″; — 3,19″; + 3,34″; + 5,01″; + 3,99″; — 2,71″. Der kleinste Winkel beträgt 40° 53′.

In den 6 Hauptdreiecken der piemontesischen Kette endlich findet man die folgenden Fehler: + 4,58″; + 6,98″; + 1,35″; + 3,32″; — 2,36″; + 1,33″. Der kleinste Winkel beträgt 26° 58′.

Wer mit geodätischen Rechnungen vertraut ist, wird auf den ersten Blick sehen, daß die Fehler, womit die Winkel dieser verschiedenen Ketten behaftet sind, auf die Bestimmung der Seiten nur einen sehr kleinen Einfluß haben können. Folgendes ist übrigens ein handgreiflicher Beweis dafür.

Die südliche und die nördliche Kette des Parallels von Mailand haben mehrere Seiten gemeinschaftlich. Berechnen wir die Länge derselben von der Basis des Ticino ausgehend, und sehen, welche Differenzen wir erhalten:

			Unterschied.
Busto — Mailand .	1. Kette . . .	31177,39 Meter	+ 0,85 Meter.
	2. Kette . . .	31178,23 „	
Mailand — Crema .	1. Kette . . .	40389,34 „	+ 1,32 „
	2. Kette . . .	40390,45 „	
Crema — Verola-Nuovo . . .	1. Kette . . .	30845,35 „	— 1,32 „
	2. Kette . . .	30844,03 „	

Sehen wir ferner, wie die im Jahre 1788 von den mailändischen Astronomen gemessene Basis, deren Länge nicht weniger als 9999,25 Meter beträgt, mit einer in der Nähe von Rimini gelegenen Basis von 11917,62 Meter, deren Länge durch die französischen Ingenieure ermittelt worden ist, übereinstimmt.

Die Verbindungskette der ersteren dieser Basen mit der von Rimini gibt für die Länge der letzteren 11918,48 Meter; nach der unmittelbaren Messung hatte man 11917,62 Meter. Der Unterschied beträgt 0,86 Meter.

Wenn man eben diese Basis von Rimini berechnet, indem man zuerst irgend einer der Ketten des Parallels von Mailand bis Venedig folgt, und dann von Norden nach Süden durch eine zweite Kette, die nicht weniger als 16 Dreiecke besitzt, hinabgeht, so wird man 11917,91 Meter als Resultat erhalten. Trotz eines sehr großen Umweges gibt sonach die Rechnung fast genau die von der direkten Messung gelieferte Zahl.

Die Basis von Schwarzaneck in Kärnthen, und eine andere Basis von 12124 Meter in Friaul, welche beide von dem östreichischen General Baron von Zach gemessen worden sind, gewähren ganz ebenso

genügende Verificationen. Was die Basis bei Rom betrifft, auf welche Boscowich seine Operation gestützt hatte, so weicht die aus der Basis des Ticino berechnete Länge von der directen Messung um 3,90 Meter auf eine Gesammtlänge von 11964 Meter ab. Ich übergehe hier die Angaben, die man hätte aus Beccaria's Arbeit entnehmen können, weil seit einigen Jahren bewiesen ist, daß diese Arbeit weder in dem geodätischen Theile noch in Bezug auf die astronomischen Beobachtungen Zutrauen verdient, so daß sie jetzt nicht mehr weder zur Stütze noch als Gegenbeweis citirt werden darf.

Man darf, gaube ich, aus den zahlreichen und mannichfachen Verificationen, denen die Dreiecke unserer Ingenieure unterworfen worden sind, schließen, daß das von ihnen über die Oberfläche Italiens ausgebreitete Netz im Allgemeinen Nichts zu wünschen übrig läßt, und daß sich nur sehr kleine Fehler in den Werthen der räumlichen Abstände, welche daraus folgen, finden können.

Gehen wir jetzt zu den astronomischen Beobachtungen über.

An drei Punkten, nämlich in San-Salvatore, in Venedig und in Rimini haben unsere Ingenieure die Breite direct bestimmt. In San-Salvatore haben sie nur den Polarstern beobachtet. Die Breite von Venedig stützt sich auf Beobachtungen von β im kleinen Bären und von Antares; die von Rimini auf α, β, γ im kleinen Bären und auf Antares.

In Rimini hat der Polarstern gegeben	44° 3′ 47,17″
β	44 3 47,96
γ	44 3 46,25
Antares	44 3 50,66
Mittel . . .	44° 3′ 48,01″

In Venedig (Marcusthurm) wurde gefunden: durch β im kleinen Bären	45° 25′ 53,04″
Durch Antares	45 25 56,68
Mittel . . .	45° 25′ 54,86″

212 Beobachtungen von Meridiandistanzen der Sonne, an demselben Orte ausgeführt, würden diese Breiten nur um 0,2″ vergrößern.

In San-Salvatore endlich hat der Polarstern 45° 50′ 47,57″ gegeben.

Ohne Zweifel habe ich nicht nöthig hinzuzusetzen, daß alle Rechnungen mit derselben Refractionstafel und mit denselben Declinationen durchgeführt worden sind.

Antares würde vielleicht wegen seiner geringen Höhe über den Horizonten von Rimini und Venedig als kein glücklich gewählter Stern erscheinen. Ich zweifle jedoch nicht, daß Jeder, der sich an die Anomalieen erinnert, welche die Repetitionskreise selbst in den Händen der geübtesten Beobachter darbieten, einräumen werde, daß Antares den Resultaten eine viel größere Sicherheit gibt, als ein anderer, wie β im kleinen Bären, nördlich vom Zenith gelegener Stern vermocht haben würde. Meine Ueberzeugung gründet sich übrigens auf Folgendes:

Es ist eine erwiesene Thatsache, daß die an verschiedenen Tagen von einer und derselben Person und mit demselben Repetitionskreise gemachten Beobachtungen vollkommen unter einander übereinstimmen. Wenn also ein Fehler im Kreise ist, so ist er constant. Was nun auch die Ursache dieses Fehlers sein möge, möge man ihn einer Excentricität, oder einem todten Gange in den Schrauben, oder den Unregelmäßigkeiten, welche durch die Schwäche der Vergrößerung des Fernrohrs in der Gestalt des Bildes des Gestirns veranlaßt werden, zuzuschreiben geneigt sein: so leuchtet doch ein, daß wenn er die Zenithdistanzen der nördlichen Sterne zu vergrößern strebt, er auch ebenso die Zenithdistanzen der südlichen Sterne vergrößern wird. Schätzt man nun den Meridianabstand eines Sternes vom Zenith, der nördlich vom Zenith durch den Meridian geht, zu groß, so ertheilt man dem Zenith eine südlichere Lage als es besitzt, setzt also die Breite zu klein; nimmt man dagegen den Meridianabstand eines südlich vom Zenith gelegenen Sternes zu groß, so folgt daraus gerade entgegengesetzt für das Zenith eine zu nördliche Lage, man findet also die Breite zu groß. Combinirt man Beobachtungen von Sternen, die auf beiden Seiten des Zeniths durch den Meridian gehen, so ist man folglich sicher, die wahre Breite zu erhalten, welches auch der Fehler des Instrumentes sein möge.

In allem bisher Gesagten gibt es nichts Hypothetisches, außer daß der Fehler des Kreises für alle Neigungen des Fernrohrs gegen den Horizont und für alle Sterne gleich groß gesetzt ist. Sollte man in dieser Beziehung Befürchtungen hegen, so würde man darauf halten müssen, nahe gleich weit nördlich und südlich vom Zenith abstehende Sterne zu vergleichen, und dieselben von möglichst gleicher Helligkeit zu wählen. Wie groß müßten aber die absoluten Fehler sein, wenn eine Aenderung in der Neigung des Fernrohrs sie in merklicher Weise modificiren könnte? Uebrigens ist klar, daß wenn die von nördlichen und von südlichen Sternen gelieferten Breiten unter einander, z. B. um 1 Minute differirten, man nur einen Entschluß zu fassen haben würde: nämlich das Instrument zu ändern.

Wenn Herr Coraboeuf, dem wir hauptsächlich die angeführten Bestimmungen verdanken, nur auf einer Seite des Zeniths beobachtet hätte, so würden wir uns zu fragen haben, ob er sich stets desselben Kreises bedient, ob der Fehler beim Transport von einer Station zur anderen sich nicht habe ändern können u. s. w. Untersuchungen hierüber sind nur aus dem Grunde, daß er gleichzeitig nördliche und südliche Sterne beobachtet hat, überflüssig. Dieser Umstand hauptsächlich scheint mir jede Art von Zweifel, den man über den Bogen am Himmel zwischen den Zenithen von Venedig und Rimini hegen könnte, zu beseitigen. Da jedoch dieser Bogen uns zu den sonderbarsten Folgerungen führen wird, so dürfte es nicht überflüssig sein, die Größe desselben durch andere Beobachtungen zu verificiren zu suchen.

Im Jahre 1807 bestimmte der Baron v. Zach die Breite des Marcusthurmes durch eine Reihe von Circummeridianbeobachtungen der Sonne; er fand 45° 25′ 59,91″.

Eine im Dominicanerkloster gemachte und auf denselben Thurm reducirte Beobachtungsreihe gibt 45° 25′ 61,03″.

Zwei im Palaste Moro ausgeführte Reihen von Beobachtungen der Circummeridianhöhen desselben Gestirnes liefern nach den nöthigen Reductionen 45° 25′ 56,58″.

Die Breite des Marcusthurmes nach Baron v. Zach würde also sein 45° 25′ 59,17″.

Coraboeuf hat gefunden 45° 25′ 54,86.″

Es ist nicht wahrscheinlich, daß das Mittel 45° 25′ 57,00″ mit einem größeren Fehler als 2 oder 3″ behaftet sei.

Die Breite von Rimini ist nach Baron v. Zach 44° 3′ 45,5″.

Die älteren Beobachtungen Boscowich's geben 44° 3′ 43″.

Unsere Ingenieure haben gefunden 44° 3′ 48″.

Das Mittel 44° 3′ 45,5″ muß bis auf 2 oder 3″ genau sein.

Die Breite des mailänder Doms ist durch zu geschickte Astronomen bestimmt worden, als daß man den geringsten Zweifel über ihre Genauigkeit erheben könnte; dieselbe beträgt 45° 27′ 36,35″.

Die Breite der turiner Sternwarte ist nicht minder gut bekannt.

Im Jahre 1809 fand v. Zach durch den Polarstern	45°	3′	59,85″
„ α im Adler .	45	3	60,43
„ die Sonne. .	45	3	59,22
Im Jahre 1813 fand Plana durch den Polarstern .	45	3	60,20
Mittel . . .	45°	3′	59,92″

Da diese verschiedenen Stationen durch das Dreiecksnetz der Ingenieure verbunden sind, so wollen wir jetzt sehen, wie die astronomischen und geodätischen Messungen unter einander stimmen.

Breite von Turin, aus der von Mailand hergeleitet =	45° 3′ 50,98″
Die unmittelbare Beobachtung hat gegeben . . .	45 3 59,92
Differenz . . .	8,94″
Breite von Venedig, ans der von Mailand hergeleitet =	45° 25′ 47,5″
Die directe Beobachtung hat gegeben	45 25 57,0
Differenz . . .	9,5″
Breite von Venedig, aus der von Rimini hergeleitet =	45° 26′ 14,2″
Die directe Beobachtuug hat ergeben	45 25 57,0
Differenz . . .	17,2″
Breite von Rimini, aus der von Mailand hergeleitet =	44° 3′ 18,1″
Beobachtete Breite	44 3 45,5
Differenz . . .	27,4″

Aus allen diesen Beobachtungen scheinen die beiden Folgerungen sich zu ergeben:

1) In der Umgegend von Mailand gibt es eine locale Ursache, welche das Bleiloth ablenkt, und das scheinbare Zenith nach Süden verlegt, so daß die Breite dieser Stadt merklich kleiner erscheint, als sie in Wirklichkeit ist.

2) Bei Rimini existirt eine analoge Ursache localer Ablenkung, die noch stärker ist als die zu Mailand, aber in entgegengesetztem Sinne wirkt.

Die locale Abweichung von Mailand wird ferner durch eine von den östreichischen Ingenieuren gemessene Dreieckskette angezeigt. Die Breite nämlich, welche Oberst Falon für die Hauptstadt der Lombardei aus der von Wien gefunden hat, übertrifft das Resultat der directen Beobachtungen um 19″.

Was die Ablenkung des Bleilothes zu Rimini in entgegengesetztem Sinne betrifft, so ergibt sie sich ebenfalls aus der Vergleichung, die sich leicht zwischen der Breite dieser Stadt und der Breite von Rom mittelst Boscowich's Dreiecke anstellen läßt.

Die Breite der Kuppel der St. Peterskirche ist nach den im Collegio romano gemachten Beobachtungen	41° 54′ 8,5″
Aus der Breite von Rimini berechnet, findet man .	41 54 18,8
Größe, um welche die berechnete Breite die beobachtete übertrifft	10,3″

Die Unterschiede, die man bisher zwischen den berechneten und beobachteten Breiten, überall wo man Bogen von Meridianen oder Parallelkreisen gemessen, gefunden hat, lagen innerhalb der Fehlergrenzen, die bei den mit den besten Instrumenten ausgeführten Messungen noch möglich sind. Wie wir zuvor gesehen, verhält es sich mit den wahrhaft außerordentlichen Abweichungen, welche die Operationen in Italien darbieten, nicht so. Es gibt in diesem Lande unbestreitbar eigenthümliche Anziehungscentra, die mit großer Kraft wirken. Die Bestimmung der Anzahl dieser Centra, der Grenzen ihrer Wirkung u. s. w. ist eine interessante Aufgabe, sehr würdig den Scharfsinn der geschickten Astronomen von Mailand, Turin, Padua und Rom zu beschäftigen.

Zum Schluß darf ich nicht vergessen hinzuzusetzen, daß man die Abweichungen, auf welche ich die Aufmerksamkeit der Leser gelenkt habe, vergeblich durch Rechenfehler zu erklären suchen würde. Diese schönen Operationen sind nämlich erst von Coraboeuf und dann von Damoiseau mit der größten Sorgfalt discutirt worden: ihre Resultate stimmen vollständig überein. Man hat ferner die an verschiedenen Punkten des allgemeinen Netzes beobachteten Azimute Verificationen unterworfen, welche beweisen, daß die Fehler, womit diese Elemente behaftet sein können, keinen angebbaren Einfluß auf die Berechnung der Breitenunterschiede auszuüben vermocht haben.

Ueber die auf der ersten Reise des Kapitäns Parry gemachten Pendelbeobachtungen *).

Die zur Ermittelung der Beschleunigung des Pendels zwischen London und der Melvillesinsel bestimmten Beobachtungen sind vom Kapitän Sabine ausgeführt worden. Der Bericht des Kapitäns Parry enthält nur einen sehr kurzen Auszug aus dieser Arbeit; da aber seitdem die Originalabhandlung in den Philosophical Transactions erschienen ist, so werde ich einige der mitzutheilenden Details daraus entlehnen.

Sabine hat zwei Uhren von Shelton benutzt, die schon Kapitän Cook auf seiner Reise um die Welt mitgenommen hatte. Die an diese Uhren angebrachten Pendel bestehen aus massivem Kupfer, sind in einem Stücke gegossen und werden von sehr harten Stahlschneiden getragen. Die Schneiden ruhen auf Achaten, denen man, um jedes Gleiten zu verhindern, eine concave Form gegeben hat. Jeder Apparat war während der Versuche an einem dreieckigen hölzernen Gestelle nach Wollaston's Angabe aufgehangen, dessen Solidität, wie versichert wird, sich bewährt hatte. Der größeren Deutlichkeit wegen wollen wir die eine der Uhren als Nr. 1, und die andere als Nr. 2 bezeichnen.

Vor der Abfahrt der Expedition im Jahre 1819 machte die Uhr Nr. 1 zu London im leeren Raume bei einer Temperatur von + 7,2° C. 86392,57 unendlich kleine Schwingungen in einem mitt-

*) 1824 in der Connaissance des temps für 1827 veröffentlichte Notiz.

leren Sonnentage. Nach der Rückkehr im Jahre 1820 war diese Zahl 86392,34. Die Uebereinstimmung dieser Resultate beweist, daß die verschiedenen Theile dieses ersteren Apparates während der Reise keine Veränderung erlitten hatten.

Ebenso verhält es sich mit der Uhr Nr. 2; denn im Jahre 1818 betrug die Anzahl der Schwingungen 86497,00 und im Jahre 1820 nach der Rückkehr der Expedition 86496,97.

Die Beschleunigung der Uhr Nr. 1 zwischen London und der Melvillesinsel, für eine Breitenänderung von 23° 16′ 4″, ergab sich gleich 74,82 Schwingungen. Die Uhr Nr. 2 gab unter denselben Umständen 74,65.

Ehe man London verließ, war man auf den Gedanken gekommen, die Uhr Nr. 1 mit dem Pendel der Uhr Nr. 2, und umgekehrt zu combiniren. Die Vergleichung dieser Versuche mit den analogen auf der Melvillesinsel gemachten hat als Beschleunigungen 75,60 und 74,87 Schwingungen ergeben. Das Mittel der vier Resultate ist 74,73 und entspricht einer Abplattung von $^1/_{313}$. Da das Secundenpendel in London unter 51° 31′ 8,4″ nördlicher Breite 39,1393 englische Zolle (0,974107 Meter) beträgt, so muß es auf der Melvillesinsel unter 74° 47′ 12,4″ nördlicher Breite eine Länge von 39,207 engl. Zollen (0,99573976 Meter) besitzen.

Die im Jahre 1818 vor der Abfahrt des Kapitäns Roß mit der Uhr Nr. 2 zu London ausgeführten Beobachtungen, und die während dieser ersten Expedition auf der shetländischen Insel Brassa unter 60° 9′ 42″ und auf der Insel Hare in der Baffinsbai unter 70° 26′ 17″ n. Br. erhaltenen Bestimmungen geben ebenfalls eine Abplattung von $^1/_{314}$, in welcher Weise man auch je zwei und zwei vergleichen mag. Wir setzen hinzu, daß die sehr zahlreichen partiellen Beobachtungen, woraus die mittleren Resultate hergeleitet worden sind, selbst in den extremen Fällen kaum um 2 Schwingungen auf 86000 von einander abweichen.

Nachdem ich die schöne Uebereinstimmung hervorgehoben habe, welche die verschiedenen vom Kapitän Sabine erhaltenen Bestimmungen zeigen, wird man vielleicht einigen Grund haben sich zu verwundern,

wenn ich diese Notiz mit kritischen Bemerkungen endige: folgendes sind übrigens meine Einwände; der Leser möge selbst darüber urtheilen.

Um sowohl in London als auf den Inseln Brassa, Hare oder Melville die Anzahl der Schwingungen der kupfernen Pendel Nr. 1 und Nr. 2 zu ermitteln, hat Sabine sie als Regulatoren an Uhren angebracht, d. h. an einem Systeme von Rädern und Federn, welche auf die Dauer jeder Schwingung, und folglich auf die Gesammtzahl der in 24 Stunden von diesen Pendeln zu vollbringenden Schwingungen einen mehr oder minder beträchtlichen Einfluß ausüben mußten. Unter der Voraussetzung, daß dieser Einfluß an allen Stationen derselbe geblieben, wird die Beschleunigung der Pendel beim Uebertragen von London nach den drei Inseln, wo Sabine gelandet, ebenso genau bestimmt worden sein, als wenn man die Pendel hätte isolirt schwingen lassen. Kann man aber ohne Bedenken diese Annahme gelten lassen? Zeigt nicht der Gang der vollkommensten Uhr bisweilen von einem Tage zum anderen merkliche Unregelmäßigkeiten und nach einer gewissen Zahl von Monaten Aenderungen von mehreren Secunden? Darf man Günstigeres von einem Apparate erwarten, der nicht an seinem Platze geblieben ist, den man mehrere Male aufzustellen und wieder hinwegzunehmen gezwungen war? Das Pendel Nr. 1., an der Uhr Nr. 1 angebracht, machte in London 86392,45 Schwingungen in einem mittleren Sonnentage; eben dasselbe Pendel, an der Uhr Nr. 2 angebracht, machte nur 86388,10 Schwingungen.

Man sieht also, daß die Räderwerke, woraus diese Uhren bestanden, nicht einen gleichen Einfluß auf die Bewegung des Pendels Nr. 1. ausübten, und daß in 24 Stunden die Uhr Nr. 2 gegen die andere eine Verzögerung von ungefähr $4^1/_2$ Schwingungen veranlaßte. Ich werde hinzusetzen, daß mit dem Pendel Nr. 2 diese Verschiedenheit im Einflusse der beiden Uhren 48 Schwingungen in 24 Stunden betrug, anstatt der 4 Schwingungen, welche der vorhergehende Versuch gegeben hatte.

Auf diese Einwände wird man ohne Zweifel erwiedern, indem man sich zunächst auf die Uebereinstimmung der partiellen Beobachtungen und dann auf den geringen Unterschied stützt, der zwischen der aus ihnen hergeleiteten Abplattung und der aus den besten Grad-

messungen und aus den Ungleichheiten in der Mondbewegung folgenden besteht. Ich meinerseits will aber die Frage stellen, ob man an den allgemein angenommenen Ideen über die Gestalt der Erde etwas geändert haben würde, selbst wenn die obigen Beobachtungen sich sehr weit davon entfernt hätten? Ist es im Gegentheil nicht einleuchtend, daß man alle Anomalieen aus den Fehlerquellen erklärt haben würde, welche von der von Sabine befolgten Methode unzertrennlich sind, deren ganzes Verdienst meines Erachtens in der leichten Ausführbarkeit der Beobachtungen besteht. Diese letztere Erwägung ist ohne Widerspruch von großem Gewicht, wenn es sich um eine weite und gefahrvolle Expedition handelt; aber abgesehen davon, daß in vorliegendem Falle die außerordentliche Geschicklichkeit Sabine's alle Hindernisse überwunden haben könnte, wie dies die Mannichfaltigkeit und Genauigkeit seiner anderen Messungen erwarten läßt, darf man doch behaupten, daß auf dem jetzigen Zustande der Wissenschaft kein Bedürfniß von Arbeiten vorliegt, gegen welche sich a priori gewichtige Einwände erheben lassen. Nach meinem Ermessen können Beobachtungen, die man unbedenklich zurückweisen würde, wenn sie den angenommenen Ansichten widersprächen, nicht zur Stütze derselben dienen.

Ueber die vielfachen Sterne *).

Die Astronomen bezeichnen als Doppelsterne, dreifache, vierfache u. s. w. Sterne solche Gruppen von zwei, drei, vier u. s. w. Sternen, welche nahe bei einander erscheinen. Gewöhnlich besitzen in jeder dieser Gruppen die Sterne ziemlich verschiedene Helligkeiten. Wenn man die Voraussetzung macht, daß der Unterschied im Glanze im Allgemeinen von dem Unterschiede in der Entfernung abhängt, so daß ein Stern zweiter und dritter Größe zwei oder drei Mal so weit entfernt ist, als ein Stern erster Größe, so muß die Beobachtung der relativen Lage dieser Sterne die Mittel liefern, um über den Werth ihrer jährlichen Parallaxe zu urtheilen. Die Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn wird nämlich in jedem Sterne eine um so stärkere Ortsveränderung hervorrufen, je näher derselbe ist, und der Winkelabstand zweier Sterne von sehr ungleichen Größen wird, z. B. alle sechs Monate merkliche Aenderungen erleiden, vorausgesetzt, daß die jährliche Parallaxe des hellsten nicht unterhalb aller meßbaren Größen liegt.

Dies Mittel, den Abstand der Fixsterne von der Erde zu ermitteln, hatte bereits Galilei in Vorschlag gebracht; der Dr. Long brachte es in Anwendung; später nahm es Herschel seinerseits auf und unter-

*) Im Jahre 1825 in der Connaissance des temps für 1828 erschienene Abhandlung. — Im Annuaire des Längenbureau für 1834 hat Arago über denselben Gegenstand einen Aufsatz aufgenommen, der revidirt und vervollständigt das 10. Buch der populären Astronomie Bd. 11. S. 389 geworden ist.

warf alle Gruppen, welche sich zu einer derartigen Untersuchung eigneten, einer genauen Prüfung. Bald indeß belehrten ihn die Beobachtungen, daß die ungleich hellen Sterne, welche die vielfachen Sterne bilden, keineswegs, wie er anfänglich mit Galilei und Dr. Long angenommen hatte, blos durch eine Wirkung der Projection oder der Perspective in einem sehr kleinen Raume vereinigt sind; er entdeckte, daß diese Sterne sich in einer gegenseitigen Abhängigkeit befinden, daß sie wirkliche Systeme bilden, daß sie im Raume fast dieselben eigenen Bewegungen haben, und daß endlich die kleinen sich um die großen bewegen, ebenso wie die Erde, Jupiter, Saturn u. s. w. um die Sonne laufen.

Diese Entdeckung ist unbestritten eine der interessantesten, die in der Astronomie im Laufe des 18. Jahrhunderts gemacht worden sind. Sie hat das Sternensystem unter einem ganz neuen Gesichtspunkte gezeigt; sie hat ein außerordentlich weites und fruchtbares Feld für Untersuchungen geöffnet, in welches die mit hinreichend starken Teleskopen versehenen Beobachter ohne Zweifel sich beeilen werden einzudringen.

Der erste Katalog der Doppelsterne von William Herschel ist in den Philosophical Transactions für die Jahre 1782 und 1785 erschienen. Die Nachweisung der in den relativen Lagen dieser Gestirne von 1780 bis 1801, 1802, 1803 und 1804 eingetretenen Veränderungen findet man in zwei Abhandlungen dieses großen Astronomen, welche einen Theil der Transactions für 1803 und 1804 bilden. Struve, Director der dorpater Sternwarte hat sich seitdem mit vielem Erfolge mit dieser interessanten Untersuchung beschäftigt; und endlich haben so eben Herschel Sohn und South einen 400 Seiten starken Band veröffentlicht, welcher die detaillirten Resultate der Beobachtung von 380 vielfachen Sternen enthält. Dieses wichtige Werk, das von der Akademie der Wissenschaften die von Lalande gegründete Medaille erhalten hat, wird für die Zukunft als Ausgangspunkt für alle analogen Beobachtungen dienen. Ich bin der Ansicht gewesen, es würde den Lesern der Connaissance des temps nicht unlieb sein, daraus einen Auszug zu erhalten. Der Kürze wegen habe ich nur die Grup-

pen namhaft gemacht, in welchen die Veränderungen nach einer geringen Anzahl von Jahren merklich werden.

Wenige Worte werden genügen, um die Tabellen verständlich zu machen. Die erste Columne enthält das Datum der mittleren Beobachtung, in ganzen Jahren und Bruchtheilen derselben ausgedrückt. In der zweiten findet man die entsprechenden Werthe des Positionswinkels. Der Winkel, den man so nennt, ist derjenige, welchen die den größeren Stern mit dem kleineren verbindende gerade Linie mit einer durch den ersteren gehenden und dem Aequator parallelen Curve macht. Wir wollen annehmen, dieser kleine Stern befinde sich im Centrum eines sehr kleinen Kreises und stehe ferner, um von einem bestimmten Falle auszugehen, im Meridian. In diesem Falle wird der Theil des Declinationsparallels, der in den kleinen Kreis fällt, als geradlinig betrachtet werden können und seinen horizontalen Durchmesser bilden. Legen wir durch dasselbe Centrum einen auf den zuvor genannten senkrechten Durchmesser, so wird der Kreis auf diese Weise in vier gleiche Theile getheilt sein, von denen zwei nördlich und zwei südlich vom Declinationskreise liegen. Von diesen vier Theilen sind zwei östlicher als der centrale Stern und gehen nach ihm durch den Meridian; man nennt sie aus diesem Grunde die *nachfolgenden* Quadranten. Die anderen beiden Quadranten, welche früher als der Stern durch den Meridian gehen, heißen die *vorangehenden*. Dies ist der Ursprung der Abkürzungen, wovon die Positionswinkel begleitet sind. Der erste Buchstabe n. oder s. lehrt, ob der kleine Stern nördlich oder südlich von dem durch den großen gehenden horizontalen Durchmesser liegt; der andere Buchstabe v. oder f. zeigt an, ob der kleine Stern dem großen vorangeht oder nachfolgt. Wenn man sich ferner erinnert, daß der Positionswinkel stets vom horizontalen Durchmesser gezählt wird, so wird man niemals Schwierigkeiten finden, um die Sterne in ihren wahren relativen Stellungen auf eine Zeichnung aufzutragen.

Ueber jeder Tabelle habe ich angegeben, welches die Farben der beiden Sterne sind. Der Leser wird bemerken, daß im Allgemeinen, wenn ihre Intensitäten sehr verschieden sind, der kleinere eine entschieden bläuliche oder grünliche Färbung zeigt. Dies gilt gleichfalls von

einer großen Zahl solcher Sterne, zu deren Anführung der Auszug aus dem genannten Kataloge keine Veranlassung gibt, und von denen ich hier erwähnen will:

35. und 77. in den Fischen.
26. im Walfische.
γ in der Andromeda (der kleine Stern ist smaragdgrün).
32. im Eridanus.
ε im Perseus.
φ im Stier.
1. in der Giraffe.
62. im Eridanus.
23. und 33. (n) im Orion.
δ und 15. und 201. (Bode) in den Zwillingen.
56. im Fuhrmann.
54. im Löwen.
24. im Haar der Berenice (der Unterschied in den Farben tritt sehr hervor).
o in der Jungfrau.
δ im Bootes.
ζ in der Krone.
β, ν im Skorpion.
α im Herkules.
o im Schlangenträger.
α in der Schlange.
ζ, ϑ in der Leyer.
o im Drachen (der eine dunkelroth, der andere blau).
β, φ im Schwan.
ζ im Schützen.
κ im Cepheus.
107. im Wassermann.
47. und σ in der Cassiopeja.

In den Katalogen werden drei oder vier Gruppen angeführt, die aus zwei Sternen bestehen, welche beide eine schwach bläuliche Färbung zeigen; indeß haben diese Sterne wenig verschiedene Intensitäten. Ich habe nicht bemerkt, daß unter den 700 bis 800 untersuchten Doppelsternen ein einziger existirt, der aus einem sehr hellen stark blau oder grün gefärbten, und aus einem schwachen weißen oder rothen bestände. Das Umgekehrte ist zu allgemein der Fall, als daß man sich nicht veranlaßt finden sollte, nach der Ursache davon zu

fragen. Einen Augenblick hatte ich gedacht, daß die an den kleinen Sternen wahrgenommene Farbe keine objective wäre, daß man sie, wie die farbigen Schatten, einer Contrastwirkung zuschreiben könnte; dann würde aber erfordert werden, daß die benachbarten glänzenden Sterne stets eine rothe Farbe besäßen; dies ist jedoch nicht der Fall, und würde jedenfalls nicht weniger eine Erklärung nöthig haben. Wie dem auch sein möge, es ist gewiß, daß in den fraglichen Gruppen die beiden Sterne sich in verschiedenen physikalischen Verhältnissen finden. Vielleicht zeigt sich darin die Verbrennung in verschiedenen Graden; vielleicht auch beginnt der eine der beiden Sterne zu erlöschen. In wenigen Jahren wird man aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mehr darauf beschränkt sein, auf diese Fragen mit bloßen Vermuthungen antworten zu müssen.

η in der Cassiopeja.

(Die beiden Sterne sind sehr ungleich; der große ist roth, der kleine grün.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1779,8	—	11,1″	Herschel.
1780,5	—	11,5	Derselbe.
1782,4	29° 9′ n. f.	—	Derselbe.
1803,1	19 22 n. f.	—	Derselbe.
1819,8	9 8 n. f.	10,8	Struve.
1821,9	7 9 n. f.	8,8	Herschel u. South.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß der kleine Stern sich in der Richtung von Osten nach Westen (?) mit einer Winkelgeschwindigkeit von 0,51° im Jahre um den großen zu bewegen scheint. Die Dauer der ganzen Umlaufszeit würde also ungefähr 700 Jahre betragen. Da die letzten Messungen, verglichen mit Herschel's Bestimmungen eine Aenderung von 3″ im Abstande der beiden Sterne anzeigen, so muß der scheinbare Umlauf elliptisch sein.

Die beiden Sterne, woraus η in der Cassiopeja besteht, haben im Raume eine jährliche gemeinschaftliche Bewegung von 2 Bogensecunden.

m im Perseus.

(Beide Sterne gleich hell.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783,46	71° 51′ f. v.	96,42″	Herschel.
1821,91	71 8 f. v.	110,19	Herschel. u. South.

Der Positionswinkel hat sich nicht geändert; dagegen hat sich der Abstand, wenn sich in die Messungen von 1783 kein Fehler eingeschlichen hat, beträchtlich vermehrt. Diese Gruppe verdient die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich zu ziehen.

ζ im Orion.

(Zwei sehr nahe Sterne; der große ist weiß, etwas ins Gelbe ziehend, der andere bläulich.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1821,24	57° 48′ f. f.	—	Struve.
1822,12	59 49 f. f.	2,73″	Herschel u. South.

Im Jahre 1782 hatte William Herschel mehrere Male ζ im Orion mit einem sehr kleinen Sterne, der in Bezug auf ihn in 83° 25′ n. f. stand verglichen; im Jahre 1822 wurde dieser Winkel zu 82° 50′ n. f. gefunden; er scheint sich also nicht geändert zu haben. Was die beiden sehr nahen Sterne anlangt, aus denen ζ im Orion besteht, so spricht William Herschel weder in seinem Kataloge von 1782, noch in dem von 1785 davon, obgleich nach seinen Beobachtungsregistern fest steht, daß er den Stern mit einer 460fachen Vergrößerung beobachtet hat.

Es liegt also die Vermuthung nahe, daß im Jahre 1782 die beiden Sterne von ζ im Orion einander viel näher standen, weil sie gegenwärtig eine 133fache Vergrößerung deutlich trennt. Eine Gruppe, in welcher man hoffen darf, einen Stern durch einen anderen verfinstert zu sehen, wird sicher das Interesse der Astronomen erregen.

12. im Luchs (dreifacher Stern.)

(12. im Luchs ist eine Gruppe von drei Sternen; der eine, den wir A nennen wollen, ist 7. Größe; der zweite B, der sehr nahe an A steht, erscheint ein klein wenig glänzender; der dritte C ist 9. Größe und von einer sehr entschiedenen blauen Färbung).

Position von A und B.

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1782	88° 38′ f. v.	—	Herschel.
1821,32	69 42 f. f.	—	Struve.
1822,81	68 39 f. f.	2,59″	Herschel u. South.

Position von A und C.

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1782	32° 33′ n. v.	9,38″	Herschel.
1821,32	34 12 n. v.	—	Struve.
1822,59	36 50 n. v.	9,85	Herschel u. South.

Im 40,81 Jahren hat B um A einen Winkel von 22,74° beschrieben, was für seine mittlere jährliche Geschwindigkeit im rückläufigem Sinne 0,56° gibt.

Die Positionsänderungen in dieser dreifachen Gruppe führen zu der Annahme, daß die zwei Sterne A und B sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen, während C unbeweglich bleibt.

38. in den Zwillingen.

(Zwei sehr ungleiche Sterne; der helle ist weiß, der kleine bläulich.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783	89° 54′ f. f.	7,95″	Herschel.
1802	86 6 f. f.	—	Derselbe.
1820	86 18 f. f.	—	Struve.
1822,67	84 24 f. f.	5,52	Herschel u. South.

Hier wird die Aenderung besonders in dem Winkelabstande der beiden Sterne merklich.

Castor oder α in den Zwillingen.

(Der hellste ist 3., der andere 4. Größe.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1759,8	56° 6′ n. v.	—	Bradley u. Maskelyne.
1779,8	32 48 n. v.	5,3″	Herschel.
1791,6	25 6 n. v.	—	Derselbe.
1796,0	13 54 n. v.	—	Derselbe.
1802,0	11 24 n. v.	—	Derselbe.
1813,8	2 54 n. v.	—	Struve.
1817,0	0 0	—	Herschel Sohn.
1819,1	0 24 s. v.	5,5	Struve.
1820,7	2 18 s. v.	—	Derselbe.
1821,2	2 54 s. v.	—	Herschel u. South.
1823,1	5 0 s. v.	5,4	Dieselben.

Aus dieser Tabelle folgt, daß in 63 Jahren der Positionswinkel sich um 61° geändert hat; was als Mittel im Jahre eine rückläufige Bewegung von 0,97° gibt. Da der Abstand der beiden Sterne sich nicht geändert hat, so ist die scheinbare Bahn ein Kreis. Wenn die wirkliche Bahn auch kreisförmig wäre, so würde die Rotationsbewegung gleichförmig sein; dies geht aber nicht aus den Beobachtungen hervor: die Winkelgeschwindigkeit scheint geringer zu werden.

In den 20 Jahren von 1759 bis 1779 findet man nämlich eine Aenderung von 23,3°.

In der Periode von 22 Jahren zwischen 1779,8 und 1802 erhält man 21,4°.

Endlich gibt die Periode von 21 Jahren von 1802 bis 1823 16,4°.

Alle diese Resultate vereinigen sich, um zu beweisen, daß die wirkliche Bahn elliptisch ist; sie erscheint nur durch eine Wirkung der Projection kreisförmig.

ζ im Krebse.

(Die beiden Sterne sind ziemlich ungleich.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,9	88° 16′ s. v.	8,05″	Herschel.
1802,1	81 47 s. f.	--	Derselbe.
1820,3	71 21 s. f.	—	Struve.
1821,1	70 1 s. f.	5,71	Derselbe.
1822,1	68 17 s. f.	6,24	Herschel u. South.

In 40,2 Jahren hat die Aenderung im Positionswinkel 23,4° betragen, was 0,58° für die jährliche rückläufige Bewegung gibt. Der Abstand scheint ebenfalls geringer geworden zu sein: diese Gruppe verdient die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich zu ziehen.

υ im Krebse.

(Zwei Sterne 7. und 8. Größe.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783	32° 9′ n. f.	weniger als 4″	Herschel.
1820,9	55 30 n. f.	—	Struve.
1822	52 13 n. f.	6,5″	Herschel u. South.

Die jährliche Aenderung des Positionswinkels beträgt 0,51° in rückläufigem Sinne. Der Abstand scheint sich ebenfalls stark geändert zu haben; der scheinbare Umlauf muß also merklich elliptisch sein.

ι im Krebse.

(Zwei Sterne von sehr ungleicher Intensität; der hellere ist schön gelb, der andere indigblau.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783,00	39° 54′ n. v.	29,90″	Herschel.
1821,13	37 6 n. v.	—	Struve.
1822,26	37 42 n. v.	29,38	Herschel u. South.

Positionswinkel und Abstand haben sich nicht in merklicher Weise geändert. Auch habe ich diese Angaben nur aufgeführt, um Gelegen-

heit zu erhalten, hier eine interessante den Manuscripten William Herschel's entnommene Beobachtung mitzutheilen. Am 8. Februar 1782 fand dieser große Beobachter, daß der kleine Stern eine tief granatrothe Färbung hatte; am 28. December 1782 erschien er ihm bläulich, und am 12. März 1785 von schön blauer Farbe.

Regulus.

(Zwei Sterne von sehr ungleichen Helligkeiten; das Licht des helleren ist weiß, das des anderen hat eine ziemlich auffallende bläuliche Färbung.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,84	35° 5′	2′ 48,35″	Herschel.
1821,21	37 16	2 54,91	Herschel u. South.

Diesen Angaben zufolge scheint der Abstand sich um 6,58″ geändert zu haben, während der Positionswinkel wenig variirt hat. Die Ungenauigkeiten, womit meines Erachtens mehrere Messungen von Planetendurchmessern, die William Herschel gegeben hat, behaftet sind, machen mich geneigt zu glauben, daß die Aenderung von 6″ in dem Winkelabstande der beiden Sterne einer neuen Prüfung unterworfen werden muß.

γ im Löwen.

(Zwei Sterne von ungleichen Helligkeiten, beide röthlich.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1782,71	6° 30′ n. f.	—	Herschel.
1801,72	4 42 s. f.	—	Derselbe.
1820,28	8 59 s. f.	—	Struve.
1822,24	8 24 s. f.	3,24″	Herschel u. South.

Die aus den beiden äußersten Beobachtungen berechnete jährliche Bewegung beträgt 0,30°; sie erfolgt von Westen nach Osten (?).

Außer der Gruppe, deren Elemente ich so eben angegeben habe, befinden sich noch zwei andere äußerst schwache Sterne in dem Quadranten n. v. Ihr Winkelabstand von γ im Löwen ist nicht genau bestimmt worden.

ξ im großen Bären.

(Zwei Sterne von nahe gleicher Helligkeit.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,97	53° 47′ f. f.	ungefähr 4″	Herschel.
1803,08	5 4 f. f.	—	Derselbe.
1820,01	7 19 f. v.	2,56″	Struve.
1821,75	7 43 f. v.	--	Derselbe.
1823,29	11 31 f. v.	2,81	Herschel u. South.

In dem Zeitraume von 21,11 Jahren von 1781,97 bis 1803,08 hat der eine der Sterne einen Bogen von 48,72° um den anderen beschrieben, woraus eine jährliche Bewegung von 2,31° folgt.

Während der 16,93 Jahre von 1803,08 bis 1820,01 stieg die gesammte Bewegung auf 177,75°, was einer mittleren jährlichen Bewegung von 10,5° entspricht.

Von 1820,01 bis 1821,75 betrug die gesammte Bewegung 12,03°, woraus eine jährliche Bewegung von 6,91° folgt.

In dem kurzen Zeitraume von wenig mehr als 1½ Jahren zwischen den Beobachtungen von Struve und denen von Herschel und South war die gesammte Bewegung nur 6,84°, was für die jährliche Fortrückung 4,44° gibt.

In diesen Zahlen sieht man die Geschwindigkeit rasch abnehmen. Später zu Passy von South gemachte Beobachtungen geben eine nicht ganz so starke Geschwindigkeitsabnahme. Vielleicht ist in einer zwischen 1803 und 1820 liegenden Epoche die jährliche Bewegung bis auf 20 oder 30° gestiegen. Wenn die Beobachtungen ohne Unterbrechung während einer hinreichend langen Zeit fortgesetzt sein werden, wird man die Elemente der wahrscheinlich elliptischen Bahn, die der kleine Stern um den großen beschreibt, berechnen können.

γ in der Jungfrau.

(Zwei weiße, gleich helle Sterne.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1756,0	54° 22′ n. v.	6,50″	Tobias Mayer.
1781,9	40 44 n. v.	5,70	Herschel.

1803,2	30° 19′ n. v.	—	Herschel.
1820,2	15 15 n. v.	3,56″	Struve.
1822,3	13 24 n. v.	3,30	Herschel u. South.

In 60 Jahren hat die Winkelbewegung 41° in rückläufigem Sinne betragen. Die Aenderungen im Abstande sind mehr als hinreichend, um von den Ungleichheiten in der jährlichen Geschwindigkeit Rechenschaft zu geben, wenn man die Bahn elliptisch annehmen will.

ε im Bootes.

(Der große Stern ist gelb, der kleine grünlich blau.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,73	35° 7′ n. v.	4,06″	Herschel.
1803,01	44 39 n. v.	—	Derselbe.
1819,60	54 6 n. v.	4,96	Struve.
1822,55	52 59 n. v.	3,93	Herschel u. South.

Die Bewegung ist deutlich, und zwar rechtläufig; im Mittel beträgt sie 0,44° jährlich.

δ in der Schlange.

(Beide Sterne sind blau).

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1782,99	42° 48′ s. v.	—	Herschel.
1802,10	61 27 s. v.	—	Derselbe.
1819,70	67 41 s. v.	3,42″	Struve.
1820,12	71 0 s. v.	—	Derselbe.
1821,33	70 37 s. v.	3,05	Herschel u. South.

Die mittlere jährliche rückläufige Bewegung ist 0,73°.

49. in der Schlange.

(Beide Sterne sind weiß und fast gleich hell.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783,18	21° 33′ n. v.	—	Herschel.
1802,39	32 52 n. v.	—	Derselbe.
1803,25	35 10 n. v.	—	Derselbe.

1820,10	46° 33′ n. v.	—	Struve.
1823,28	41 57 n. v.	4,22″	Herschel u. South.

Die mittlere jährliche rechtläufige Bewegung beträgt 0,51°.

σ in der Krone.

(Zwei Sterne 6. und 7. Größe; der kleinere ist blau.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,79	77° 32′ n. v.	—	Herschel.
1802,74	78 36 n. f.	—	Derselbe.
1819,60	40 0 n. f.	—	Struve.
1821,30	24 45 n. f.	—	Herschel u. South.
1822,83	18 27 n. f.	1,45″	Dieselben.
1823,47	17 4 n. f.	—	Dieselben.

Die mittlere jährliche Winkelbewegung des kleinen Sterns ist gewesen:

von 1781 bis 1802 . . . . . 1,14°
von 1802 bis 1819 2,30
von 1819 bis 1823 6,98

Diese rasche Vermehrung der Geschwindigkeit ist von einer merklichen Verminderung in dem Abstande der beiden Sterne begleitet. Im Jahre 1782 fand nämlich Herschel, daß der kleine Stern von dem großen um 1¹/₄ Durchmesser des letzteren entfernt war, wenn er eine 227fache Vergrößerung anwandte; im Jahre 1825 stehen aber die beiden Sterne einander so nahe, daß bei nicht sehr günstigen atmosphärischen Zuständen ihre Scheiben sich berühren. Uebrigens reicht diese Verminderung im Abstande nicht aus, um die Ungleichheit in der Winkelgeschwindigkeit zu erklären; man muß ferner noch die Annahme machen, daß die Bewegung in einer fast durch die Erde gehenden Ebene erfolgt.

ζ im Herkules.

Dieser von Herschel und South unter den günstigsten Umständen im April 1821, im Juni 1822 und im October 1823 mit 133, 303, 381 und selbst 578fachen Vergrößerungen untersuchte Stern ist immer einfach und vollkommen rund, ohne irgend eine Verlängerung erschienen.

Wir wollen nun damit vergleichen, was sich über denselben

Stern in dem ersten Herschel'schen Kataloge aus dem Jahre 1782 findet: „Schöne, aus zwei sehr ungleichen Sternen zusammengesetzte Gruppe. Der hellere ist weiß; der andere erscheint aschfarbig. Mit einer 460fachen Vergrößerung ist der Abstand, welcher die Ränder der beiden Scheiben trennt, kleiner als der Durchmesser des kleineren."

Im Jahre 1795 war der zweite Stern sehr schwierig zu sehen; im Jahre 1802 war er vielleicht nicht ganz vollständig verfinstert; bei Anwendung einer sehr starken Vergrößerung glaubte man eine schwache Hervorragung an einem Punkte der Scheibe des großen Sternes zu sehen.

Herschel und South endlich glauben, daß gegenwärtig der kleine Stern vollständig von dem großen bedeckt ist.

μ im Drachen.

(Zwei gleich helle Sterne.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,73	37° 38′ f. v.	4,35″	Herschel.
1803,45	49 52 f. v.	—	Derselbe.
1831,80	60 17 f. v.	3,91	Struve, Herschel und South.

Die mittlere jährliche rückläufige Bewegung beträgt 0,58°.

p im Schlangenträger.

(Zwei an Helligkeit sehr ungleiche Sterne; der eine ist weiß, der andere bleifarbig.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1779,77	0° 0′	—	Herschel.
1781,74	9 14 f. f.	4,49″	Derselbe.
1802,34	66 8 n. v.	—	Derselbe.
1804,42	48 48 n. v.	—	Derselbe.
1819,63	78 42 f. f.	4,55	Struve.
1820,23	72 6 f. f.	—	Derselbe.
1821,31	66 2 f. f.	3,68	Herschel u. South.
1821,72	67 39 f. f.	—	Struve.
1822,42	64 48 f. f.	4,85	Herschel u. South.
1822,33	63 25 f. f.	—	Dieselben.
1825,31	53 17 f. f.	—	South.

Die Combination dieser Beobachtungen gibt sehr verschiedene jährliche Winkelbewegungen; die geringste beträgt 1,04°, die größte steigt auf 11,00°. Vielleicht hat sich in die Messungen ein Fehler eingeschlichen.

α in der Schlange.

(Zwei Sterne von sehr ungleichen Größen; der hellere ist weiß, der andere blau.)

Datum.	Positions- winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1781,79	44° 33′ n. v.	ungefähr 4″	Herschel.
1802,34	42 25 n. v.	ungefähr 7″	Derselbe.
1822,95	48 5 n. v.	4,15″	Herschel u. South.

Der Positionswinkel hat sich wenig geändert; dagegen würde der Abstand, wenn anders die Schätzungen William Herschel's keinen Einwänden unterliegen, merkliche Aenderungen erlitten haben. Sie würden sich übrigens sehr einfach durch die Annahme erklären, daß die Bewegung des kleinen Sternes in einer fast durch das Auge des Beobachters gehenden Ebene erfolgt, und daß er im Jahre 1802 seine größte Elongation erreicht hatte. Wenn diese Folgerungen irgend begründet sind, so wird die Gruppe *α* in der Schlange eines Tages das eigenthümliche Phänomen der Bedeckung eines Sternes durch einen anderen darbieten.

δ im Schwan.

Dieser Stern ist stets einfach, rund ohne merkliche Verlängerung erschienen, welche Vergrößerung auch Herschel und South anwandten, und wie günstig auch die atmosphärischen Zustände sein mochten.

Im Jahre 1783 war nach Herschel dieser Stern doppelt, und bestand aus einem hellen sehr weißen und aus einem kleinen aschfarbenen etwas ins Rothe ziehenden Sterne. Bei Anwendung einer 278fachen Vergrößerung war der Abstand der Scheiben gleich dem halben Durchmesser des großen.

Im Januar 1804 erschien der Stern verlängert; aber keine Vergrößerung löste ihn in zwei auf. Ende Mai desselben Jahres erschien der Stern vollkommen rund. Warum ist der kleine Stern

jetzt nicht auf die entgegengesetzte Seite des großen gegangen? ist er noch verfinstert? sollte er nicht vielmehr verschwunden sein?

π im Adler.

(Zwei sehr nahe Sterne.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1783,65	34° 24′ s. f.	—	Herschel.
1802,72	37 32 s. f.	—	Derselbe.
1823,70	45 27 s. f.	1,96″	Herschel u. South.

Die Bewegung ist offenbar.

61. im Schwan.

(Zwei Sterne von gleicher Größe.)

Datum.	Positions-winkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1753,8	54° 36′ n. f.	19,63″	Bradley.
1778,0	39 2 n. f.	15,24	Mayer.
1781,9	36 11 n. f.	—	Herschel.
1800,0	19 43 n. f.	19,26	Piazzi.
1805,0	11 32 n. f.	14,50	Derselbe.
1812,3	10 53 n. f.	16,74	Bessel.
1819,9	6 58 n. f.	19,10	Struve.
1822,9	5 19 n. f.	15,42	Herschel u. South.

Aus der Gesammtheit dieser Beobachtungen folgt, daß die mittlere jährliche Winkelbewegung eines Sternes um den anderen 0,73° in rechtläufigem Sinne beträgt.

Die eigene jährliche Bewegung von 61. Cygni beträgt 5,38″ in Rectascension und 3,30″ in Declination. Dies allein ist ein Beweis des Zusammenhanges der beiden Sterne; denn es würde sonst sehr auffallend sein, daß sie in einem Zeitraume von 70 Jahren nicht getrennt worden wären. Infolge der Schnelligkeit dieser Bewegung hatten Mathieu und ich gehofft, daß 61. Cygni Spuren einer jährlichen Parallaxe darbieten dürfte; indeß beträgt nach den von uns angestellten Untersuchungen diese Parallaxe sicherlich nicht eine Secunde.

ζ im Wassermann.

(Zwei Sterne derselben Größe.)

Datum.	Positionswinkel.	Abstand der Sterne.	Beobachter.
1779,90	71° 5′ n. f.	4,56″	Herschel.
1781,73	71 39 n. f.	ebenso.	Derselbe.
1782,47	72 7 n. f.	—	Derselbe.
1802,01	78 3 n. f.	—	Derselbe.
1819,64	88 0 n. v.	—	Struve.
1820,92	88 19 n. v.	4,40	Derselbe.
1821,76	88 12 n. v.	—	Derselbe.
1822,27	89 29 n. f.	4,99	Herschel u. South.

Nach Piazzi beträgt die eigene jährliche Bewegung von ζ im Wassermann 0,173″, was in 42 Jahren 7,27″ macht. Da der Abstand beider Sterne sich in diesem Zeitraume nicht geändert hat, so ist es natürlich anzunehmen, daß sie in gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Die mittlere jährliche Winkelbewegung des einen Sterns um den anderen ist 0,45° in rückläufigem Sinne.

Ueber die Parallaxe des 61. Sternes im Schwane.

Mit der Bestimmung der Parallaxe des 61. Sternes im Schwane habe ich mich seit dem Jahre 1812 beschäftigt; ich unternahm diese Untersuchung mit Mathieu. Unsere Resultate wurden dem Längenbureau am 20. December 1815 mitgetheilt, jedoch ohne veröffentlicht zu werden. Später, am 18. Juli 1825 legte ich sie der Akademie vor, und gab in dem Berichte über die betreffende Akademiesitzung die folgende Notiz (Annales de chimie et de physique, Bd. 18, S. 318):

„Arago theilt die Beobachtungen mit, die er im Verein mit Mathieu über die Declination des 61. Sternes im Schwane gemacht hat, und aus denen hervorzugehen scheint, daß dieser Fixstern, den man in Anbetracht der großen Geschwindigkeit seiner eigenen Bewegung als einen der Erde am nächsten stehenden betrachten darf, dessenungeachtet nicht eine Parallaxe von einer einzigen Secunde besitzt."

Später kam ich auf diesen Gegenstand zuerst im Jahre 1834 in dem Annuaire des Längenbureau, und dann im Jahre 1838 in der Akademie der Wissenschaften zurück. Nachdem ich an dem letztgenannten Zeitpunkte einen detaillirten Bericht über einen interessanten Brief Bessel's an meinen berühmten Freund A. von Humboldt über die Bestimmung der Parallaxe jenes Sternes mittelst Heliometerbeobachtungen gegeben hatte, bat ich die Akademie um Erlaubniß, ihr eine in das Annuaire des Längenbureau von 1834 eingerückte Notiz

vorlesen zu dürfen. Ich glaubte damals, daß es den Astronomen angenehm sein würde zu sehen, daß die Bestimmung der absoluten Zenithabstände mittelst des Repetitionskreises sehr nahe denselben Werth gegeben hätte, wie Bessel's Messungen mit dem Heliometer. Folgendes ist die Notiz aus dem Annuaire:

„Zufolge der im Allgemeinen sehr wahrscheinlichen Idee, daß die hellsten Sterne von der Erde am wenigsten entfernt sein müßten, hatten die Astronomen sich ehemals dahin geeinigt, besonders nach den Parallaxen der Sterne erster und zweiter Größe zu suchen. Seitdem hat man einigen Grund zu glauben, daß gewisse durch ihre Helligkeit wenig auffallende Sterne wohl zu den näheren gehören könnten. Die Anzeichen dafür sind folgende:

„Ehemals nannte man die Sterne Fixsterne, d. h. feststehende. Sie verdienen diese Benennung nicht mehr; denn alle bewegen sich, alle haben eine eigene Bewegung. Es ist hier nicht meine Absicht, von den Umlaufsbewegungen eines kleinen Sterns um einen großen, womit wir uns so lange beschäftigt haben, zu reden, sondern von einer Bewegung, die, seitdem man sie beobachtet, stets in demselben Sinne gerichtet ist, von einer Bewegung, welche auf die Länge die Sterne der verschiedenen Bilder untereinander mengen muß. Es liegt nun die Ansicht nahe, daß je stärker diese eigene Bewegung ist, um so näher der Stern, der sie zeigt, uns stehe. Demzufolge schien es, als ob der 61. Stern im Schwane, der eine eigene jährliche Bewegung von mehr als 5 Secunden besitzt, wohl Aussichten zur Auffindung einer merklichen Parallaxe darbieten könnte.

„In dieser Absicht beobachteten Mathieu und ich denselben während des August 1812 und des darauf folgenden Novembers sehr sorgfältig. Die Winkelhöhe des Sternes über dem Horizonte von Paris zu einer dieser Zeit übertraf die am andern Zeitpunkte beobachtete nur um 0,66 Secunden. Eine absolute Parallaxe von einer einzigen Secunde würde zwischen diesen beiden Höhen nothwendig eine Differenz von 1,2″ herbeigeführt haben. Unsere Beobachtungen zeigen also nicht an, daß der Radius der Erdbahn, daß 20 Millionen Meilen vom 61. Sterne im Schwane aus gesehen unter einem Winkel

von mehr als einer halben Secunde erscheinen. Eine in perpendiculärer Richtung gesehene Grundlinie umspannt aber einen Winkel von einer halben Secunde, wenn man um das 412000fache ihrer Länge davon absteht. Der 61. Stern im Schwane befindet sich also wenigstens in einem Abstande von der Erde, der gleich 412000mal 20 Millionen Meilen ist. Die aus dieser Multiplication hervorgehende Zahl gibt eine Entfernung, welche das Licht erst in sechs Jahren zu durchlaufen vermag, obwohl es bekanntlich 42000 Meilen in der Secunde zurücklegt.

„Ein einziges Wort noch, und ich bin am Ende. Der Stern 61. im Schwane ändert alljährlich seinen Ort in gradliniger Richtung um mehr als 5 Secunden. In der Entfernung, welche uns von ihm trennt, entspricht eine Secunde wenigstens 40 Millionen Meilen. Alljährlich durchläuft also der Stern 61. im Schwane wenigstens 200 Millionen Meilen. Und doch nannte man ihn vor Kurzem noch einen Fixstern!“

Am 7. November 1838, am drittfolgenden Tage nach demjenigen, an welchem ich die vorstehende Note der Akademie vorlegte, hob ich in der Sitzung des Längenbureau hervor, daß Bessel's Heliometerbeobachtungen zur Bestimmung der jährlichen Parallaxe der Fixsterne den Vortheil darböten, keine Vergleichung von Messungen zu erfordern, die sechs Monate auseinander liegen, und von denen die einen bei Tage und die andern bei Nacht angestellt worden sind. Selbst in einem Fernrohre, setzte ich hinzu, zeigt ein Stern eine in verschiedenen Richtungen ungleiche und schlecht begrenzte Lichtmasse. Die Augen der Beobachter modificiren die scheinbare Form dieser Lichthaufen verschieden. Je nachdem der Himmel, je nachdem der Grund des Gesichtsfeldes ungleich erhellt ist, können die unregelmäßigen Ränder des Bildes zum Theil verschwinden, und daher kommt es, daß die erhaltenen Resultate aufhören vergleichbar zu sein. Ich erinnere an diese Thatsachen, um zu erklären, warum die von Mathieu und mir ausgeführten Beobachtungen, nachdem sie mit größerer Sorgfalt, als zuvor geschehen, berechnet wurden, zu einer Parallaxe, nicht von einer Secunde, sondern von Null und selbst in gewissen Fällen zu einer nega-

tiven führen konnten, wie ich in einer Note im 1. Bande der populären Astronomie S. 380 berichtet habe. Die von Bessel gefundene Parallaxe von 0,32″ bis 0,35″ ist diejenige, welche bis jetzt die größten Wahrscheinlichkeiten von Genauigkeit vereinigt; sie darf aber auch nur mit gewissen Beschränkungen angenommen werden, und zwar wegen der Voraussetzung einer gänzlichen Abwesenheit von Parallaxe in den Vergleichssternen.

Ueber den Erfinder des Ocularmikrometers.*)

Das Philosophical Magazine vom Juni 1820 und das Edinburgh philosophical Journal vom Juli desselben Jahres hatten angezeigt, daß der ehrwürdige Dr. Pearson in der londoner astronomischen Gesellschaft die Beschreibung eines neuen Mikrometers seiner Erfindung, das zur Messung sehr kleiner Winkel bestimmt sei, mitgetheilt habe. Das Instrument besteht, so wird hinzugefügt, aus einem Ocular mit veränderlicher Vergrößerung und aus einem Doppelprisma von Bergkrystall, das außerhalb des Fernrohrs an der Ocularfassung da angebracht wird, wo man bei Sonnenbeobachtungen die gefärbten Gläser anbringt. Diese Anzeige hat mich, wie ich gestehe, nicht wenig in Erstaunen gesetzt; ich habe nichts desto weniger fast drei Monate gewartet, bevor ich auf eine Rüge alles dessen, was sie Ungenaues enthält, eingegangen bin, in der Hoffnung, daß Dr. Pearson, dessen Adresse ich unglücklicherweise vergessen habe, mir diese Mühe ersparen würde. Da indeß die Juli- und Augusthefte des Philosophical Magazine, die ich so eben erhalten habe, nicht ein Wort über diesen Gegenstand enthalten, so sehe ich mich in die Nothwendigkeit versetzt, selbst hier das Historische des neuen Instrumentes anzugeben.

Dr. Pearson, dessen Bekanntschaft ich vor vier Jahren in London gemacht hatte, kam im Juli 1819 nach Paris, und äußerte bei einem

---

*) Im 14. Bd. S. 434 der Annales de chimie et de physique im Jahre 1820 veröffentlichte Notiz.

12*

seiner Besuche auf der Sternwarte, daß er, da er neulich zum Mitgliede der Royal Society ernannt worden sei, irgend eine astronomische Arbeit zu unternehmen wünsche, um hierdurch die Wahl dieser berühmten Gesellschaft zu rechtfertigen. Ich bezeichnete ihm die Beobachtung der Bewegungen der Doppelsterne als einen Gegenstand zur Untersuchung, der wichtige Resultate zu versprechen schien: Herr Pearson hatte auch daran gedacht; aber Mangel an Mikrometern zur Messung kleiner Winkel hatte ihn, wie er sagte, bisher gehindert, seine Idee auszuführen. Ich zeigte ihm damals ein eigenthümliches Instrument, das ich zu meinem Gebrauche seit 8 oder 9 Jahren hatte anfertigen lassen, und das sich vollständig für derartige Messungen eignete. Ich brachte es unmittelbar an dem Lerebours'schen Fernrohre an, und aus Mangel an himmlischen Objecten, da das Wetter trübe war, maßen wir zusammen den Winkeldurchmesser einer kleinen Kugel, in welche der Kirchthurm von Villejuif endigte. Herr Pearson schien durch diese Prüfung überzeugt, daß mein neues Instrument zur Realisirung seiner Absichten tauglich wäre, und gab sogleich die Absicht kund, sich ein ähnliches zu verschaffen. Fortin, der sie bis dahin angefertigt hatte, war damals mit der Herstellung des großen astronomischen Kreises der Sternwarte beschäftigt, und ich wies Herrn Pearson zu dem Optiker Soleil (Passage Feydeau), der in derselben Zeit eines dieser Mikrometer für den berühmten Redacteur der Annalen der Physik, Dr. Gilbert in Leipzig, arbeitete. Soleil übernahm auf meine Bitte diesen neuen Auftrag, und das Instrument wurde dem englischen Gelehrten vor seiner Abreise eingehändigt.

Sonach hat Herr Pearson bei mir ein neues Instrument zur Beobachtung sehr kleiner Winkel gesehen; den Gebrauch desselben durch Messung eines terrestrischen Objectes (der kleinen Kugel des Kirchthurms in Villejuif) kennen gelernt, und ein ähnliches von dem Optiker Soleil *) (Passage Feydeau), der es unter meiner Leitung construirt

---

*) Wenn ich mich recht erinnere, so hat Soleil, da er für gewöhnlich nicht in Messing arbeitet, bei dem von ihm an Dr. Pearson gelieferten Instrumente sich begnügt, die eine der Linsen des zusammengesetzten Oculars in einer Nuth und auf bloße Reibung beweglich zu machen, während in allen übrigen aus Fortin's Werk-

hatte, gekauft. Dieses vor einem Jahre von Herrn Pearson in Paris gesehene, geprüfte und gekaufte Instrument nun ist genau dasjenige, dessen Erfindung ihm jetzt die englischen Journale zuschreiben.

Uebrigens ist es billig, daß ich darauf aufmerksam mache, daß das Versehen, worüber ich mich beklage, vielleicht ausschließlich den Journalisten zur Last fällt, welche über die Abhandlung des Dr. Pearson Bericht erstattet haben. Ich denke, daß dieser Gelehrte, den ich nur nach sehr achtbaren Beziehungen kenne, falls er die Beschreibung des Ocularmikrometers ohne meine Einwilligung veröffentlichte, zum wenigsten nicht vergessen haben wird zu sagen, von wem er es erhielt. Wenn ich in dieser Beziehung irgend Zweifel hätte, so würde ich meiner Reclamation eine ganz andere Gestalt gegeben haben. Es würde mir z. B. leicht sein, mit dem neuen Mikrometer gemachte Beobachtungen des Saturn und des Mars beizubringen, die für den ersten Planeten bis zum August 1814 und für den zweiten bis zum October 1815 zurückgehen; ferner den Beweis zu führen, daß dieses Instrument auf mehreren Sternwarten existirt, z. B. in Warschau, wohin es vor ungefähr sechs Jahren Arminsky mitgenommen hat. Zu Gunsten aller meiner Behauptungen würde ich mich auch auf das Zeugniß einer Person berufen können, welche Herrn Pearson das neue Instrument auf der pariser Sternwarte hat probiren sehen, sowie auf die Aussage des Optikers, der es ihm geliefert hat, u. s. w. Indeß fürchte ich, Herrn Pearson Unrecht zu thun, indem ich auf diese Weise so viele Beweise häufe. Wenn dieser Gelehrte von diesen Zeilen Kenntniß erhalten wird, so wird er, davon bin ich überzeugt, sich beeilen, selbst das Geschenk, das ihm unkluge Freunde haben machen wollen, zurückzuweisen.

Ich sandte diese Notiz in die Druckerei mit dem Bedauern, nicht angeben zu können, ob Herr Pearson, dessen Abhandlung mir nur durch einen sehr kurzen Auszug bekannt ist, nicht irgend eine Vervollkommnung an meinem Ocularmikrometer angebracht habe; indeß hat

stätten hervorgegangenen die Verschiebung derselben Linse mittelst eines Getriebes, das in eine Zahnstange eingreift, erfolgt und auf einer äußerlich angebrachten getheilten Skale, über welcher ein Nonius läuft, gemessen wird.

Herr Slawinski, ein junger polnischer Astronom, der von London kommt, mir so eben eins dieser Instrumente, das von Thomas Jones, am Charing Croß, ausgeführt ist, gezeigt, und ich kann versichern, daß es genau denjenigen gleicht, welche Fortin für die pariser Sternwarte construirt hat. Nur vermag ich nicht zu begreifen, warum die englischen Künstler geglaubt haben, an die Stelle der sehr dünnen Prismen von 1 Millimeter Dicke, die wir hier anwenden, Prismen von 10 Millimeter Dicke, die aber sonst nach denselben Principien construirt sind, setzen zu müssen, da doch dieselben bei sehr starken Vergrößerungen absolut unbrauchbar sind. Ich will hinzufügen, daß sie ebensowenig bemerkt zu haben scheinen, daß bei dem üblichen Schnitte des Bergkrystalles die Flächen des äußern Doppelprismas auf der optischen Are des Fernrohrs nicht senkrecht sein können, wenigstens wenn man sich nicht beschränkt, nur in einem sehr beschränkten Theile des Gesichtsfeldes zu beobachten. Wenn ich die Beschreibung des Ocularmikrometers *) veröffentliche, werde ich in dieser Beziehung in die nöthigen Details eingehen; ich werde der Abhandlung gleichfalls einige der Bestimmungen beifügen, welche das Instrument mir geliefert hat, indem ich vorzugsweise Objecte wähle, wie die Schatten der Monde des Jupiter, die wegen ihrer Kleinheit bis jetzt mehr bloßen Schätzungen als directen Messungen unterworfen worden sind. Ich weiß nicht, ob ich mich schmeicheln darf, daß der Leser in Rücksicht auf die Genauigkeit, welche das Ocularmikrometer liefert, und auf die zahlreichen Anwendungen, deren es fähig ist, mir diese lange Reclamation verzeihen wird; jedenfalls werde ich meine Entschuldigung in folgender Stelle Fontenelle's finden, deren Richtigkeit zu erkennen die praktischen Astronomen alle Tage Gelegenheit haben: „In der Astronomie ist Uebung und Kenntniß der praktischen Handgriffe von außerordentlicher Wichtigkeit; und die Art zu beobachten, die blos die Grundlage der Wissenschaft bildet, ist selbst eine große Wissenschaft."

---

*) S. populäre Astronomie Bd. 2, S. 73 ff. — Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 19. October 1814 erwähnt die Vorlegung des Ocularprismenmikrometers mit veränderlicher Vergrößerung seitens Arago's.

Ueber einige astronomische Instrumente und Beobachtungen.

I.

In der Sitzung des Längenbureau vom 25. November 1812 habe ich folgende Methode zur Prüfung des Mauerkreises durch einen vor das Objectiv gestellten Spiegel vorgeschlagen:

Mittelst eines vor dem Objective des Fernrohrs am Mauerkreise unter verschiedenen Neigungen angebrachten Spiegels würde man nach einander den Abstand zweier Sterne auf verschiedenen Punkten des Limbus messen und so die Fehler der Theilung des Kreises ermitteln können.

II.

In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 8. April 1816 hat Rochon ein Dollond'sches Objectiv von ungefähr $3^1/_2$ Zoll im Durchmesser vorgelegt, das zerbrochen und durch Zusammenkitten mit Terpentin wieder hergestellt worden war.

Dieses Objectiv war achromatisch und bestand aus drei Gläsern; die eine der beiden Crownglaslinsen war in sehr viele Stücke zersprungen, von denen mehrere sich verloren hatten; die andere war unbeschädigt. Was die Flintglaslinse anlangt, so besteht sie aus zweiundzwanzig dreieckigen Segmenten von ungleicher Größe, die fast alle in ihrem Centrum endigen. Diese so gut als möglich wieder in Ordnung gebrachten Segmente wurden auf die erste Crownglaslinse

gelegt; eine neue Linse derselben Glassorte mit passenden Krümmungen ersetzt diejenige, deren Bruchstücke nicht hatten gesammelt werden können. Zwischen die Flächen der drei aufeinander gelegten Gläser ward Terpentin gebracht, sowohl um die Wirkungen der Unregelmäßigkeiten in der Bearbeitung der Oberflächen zu vermindern, als auch um die verschiedenen Bruchstücke des mittleren Glases in einer unveränderlichen Lage zu erhalten. Dieses Objectiv, das ich Gelegenheit hatte zu prüfen, erzeugt eine viel bessere Wirkung, als man in Rücksicht auf die zahlreichen Stücke, aus denen es besteht, zu hoffen wagen würde; es stand hauptsächlich zu befürchten, daß jedes der zweiundzwanzig Stücke der mittleren Flintglaslinse ein besonderes Bild erzeugen könnte, wie die beiden Hälften des Objectivs im Heliometer, und daß man entweder vielfache Bilder oder ein durch das theilweise Uebereinanderfallen mehrerer, mehr oder minder getrennter Focalbilder erzeugtes diffuses Bild wahrnehmen würde; indeß war die Genauigkeit, mit welcher die kleinen Bruchstücke der Flintglaslinse sich wieder hatten vereinigen lassen, so groß, daß man keine doppelten Bilder unterschied, selbst wenn man das Instrument auf einen sehr dünnen Gegenstand, z. B. auf die Stange eines Blitzableiters, der einen Winkel von noch nicht 5 Secunden umspannte, richtete. Uebrigens erscheint es mir ziemlich zweifelhaft, ob man zu einem ebenso guten Resultate gelangt sein würde, wenn man gleichzeitig beide Linsen aus Crownglas hätte ersetzen müssen. Wie dem auch sein möge, jedenfalls genügt dieser Versuch, um den Beobachtern zu beweisen, daß die Bruchstücke eines guten Objectivs einigen Werth haben können, und daß es möglich ist, daß ein geschickter Künstler, unter gewissen Umständen wenigstens, einen ziemlich großen Vortheil daraus ziehen kann.

III.

In der Sitzung des Längenbureau vom 11. August 1819 habe ich ein bequemes Mittel angegeben, um die Beobachtungen der Fixsterne leichter zu machen. Man bedient sich dazu eines Prismas, welches die Abweichungen in der Brechung, die in unserem Auge existiren, corrigirt. Dieses Prisma verwandelt den Stern in ein horizontales Spectrum für die Zenithdistanzen, oder in ein verticales

Spectrum, wenn es sich um Meridiandurchgänge handelt. Das Einstellen ist äußerst leicht, und der Faden ist auf dem Bilde stets gut sichtbar.

IV.

Das Protocoll der Sitzung des Längenbüreau vom 30. Juli 1823 enthält die folgende Mittheilung:

„Arago hat einen Turmalin angewandt, um aus dem erhellten Felde, auf welches kleine Sterne sich projiciren, die ganze Menge des in ihm enthaltenen polarisirten Lichtes hinwegzunehmen; er schlägt vor, eben dieses Mittel zu benutzen, um das zur seitlichen Beleuchtung der Fäden des Meridianfernrohrs dienende Licht allmälich bis zum völligen Verschwinden zu schwächen."

V.

In der Sitzung des Längenbureau vom 12. März 1828 habe ich angeführt, daß ich die Nothwendigkeit erkannt hätte, die Mikroskope bei Tage und bei Nacht auf dieselbe Weise zu erleuchten, wenn die Beobachtungen vergleichbar werden sollen. Eine einzige Argand'sche Lampe hatte mir dazu genügt.

VI.

Das Protocoll der Sitzung der Akademie vom 2. März 1835 enthält folgende Mittheilung:

„Bei Gelegenheit dieses Factums citirt Arago von Olbers in Deutschland angestellte Prüfungen, die ein negatives Resultat gegeben hatten. Uebrigens glaubt Arago, ebenso wie Biot, daß es noch nicht ausgemacht sei, daß es nicht Personen geben könne, welche die Jupitersmonde ohne Hülfe eines Fernrohrs zu sehen vermögen. Der vierte Jupitersmond ist ebenso hell wie ein Stern sechster Größe. Wenn man ihn also in seinen größten Abständen vom Planeten nicht sieht, so liegt dies daran, daß er selbst dann in die von dem Planeten ausgehenden Lichtstrahlen, wovon die unvollkommenen Bilder kleiner, glänzender und entfernter Objecte beim Beobachten mit bloßen Augen gewöhnlich begleitet sind, eingetaucht ist. Bringen wir, sagt Arago, diese Strahlen zum Verschwinden, so ist es vielleicht nicht unmöglich,

daß ein menschliches Auge hinreichend vollkommen ist, um auf natürlichem Wege ein so gereinigtes Bild mit scharfen Rändern zu geben; und die Monde werden leicht wahrgenommen werden. Es gibt, setzt Arago hinzu, ein Mittel, diese Idee einem entscheidenden Versuche zu unterwerfen; dasselbe würde darin bestehen, den Jupiter mit einem nicht vergrößernden Fernrohre zu beobachten. Man könnte sich so nach Belieben in die Bedingungen eines Auges, das von den zuvor erwähnten Strahlen frei ist, versetzen, weil die absoluten Lichtmengen nach Belieben geändert werden könnten. Arago hat für eine andere Untersuchung ein solches Fernrohr construiren lassen. Die Prüfung wird leicht anzustellen sein, da Jupiter jetzt des Abends über dem Horizonte steht."

VII.

In einer dem Längenbureau am 20. März 1839 gemachten Mittheilung habe ich die Beobachtungen erwähnt, die ich über die Irradiationsphänomene ausgeführt hatte. Ich hatte die Doppelbilder einer Scheibe einander erst so weit genähert, daß zwischen ihnen noch deutlich eine feine schwarze Linie sichtbar blieb, und dann so weit, daß sie ein wenig über einander griffen. Die Summen der Durchmesser mußten in diesen beiden Fällen um das Doppelte der Irradiation, vermehrt um die schwarze Linie im ersten und um die helle Linie im zweiten Falle, von einander abweichen. Ich habe nicht eine Secunde gefunden.

VIII.

Im Jahre 1838 hat der gelehrte Director der königlichen Sternwarte in Neapel, Capocci, der Akademie der Wissenschaften mehrere Instrumente vorgelegt, welche zur Bereicherung jenes schönen Instituts bestimmt waren. Das erste ist ein Photometer, das Capocci zur Bestimmung der relativen Größe der Sterne verwenden will. Das zur Vergleichung bestimmte Bild entsteht durch Reflexion des Lichtes einer kleinen Wachskerze auf einer Stahlkugel. Diaphragmen mit veränderlichen Oeffnungen dienen, um die Intensitäten angemessen abzustufen. Bei Ersetzung der Metallkugel durch eine Elfenbeinkugel hofft der Verfasser dem Kerne und dem Schweife der Kometen ziemlich ähnliche Bilder zu erhalten, um im Stande zu sein, die Aenderungen

in Gestalt und Intensität dieser geheimnißvollen Himmelskörper genauer, als es bisher möglich gewesen ist, zu erforschen.

Die von Capocci vorgelegten grünen Gläser sind Combinationen, durch welche es unter Benutzung der schönen Untersuchungen Melloni's möglich geworden ist, die Wärmestrahlen, welche den Lichtstrahlen beigemengt sind, und weil sie zugleich mit ihnen im Brennpunkte sich vereinigen, die Sonnenbeobachtungen so beschwerlich machen, fast vollständig aufzuhalten.

Das dritte Instrument ist ein zur Beobachtung schwacher Kometen bestimmtes Mikrometer. Das Fadennetz vertreten vier kleine elektrische Büschel, welche sich an den Spitzen von vier zu je zwei einander gegenüber gestellten Metalldrähten bilden. Capocci hat auch die Absicht, sich eines sehr feinen Drahtes zu bedienen, der durch ein zur Seite des Oculars befindliches Volta'sches Element leuchtend gemacht wird. Savary und ich hatten, jeder für sich, auch an diese letztere Einrichtung gedacht, und davon in unseren Vorträgen gesprochen. Ich hatte die Ausführung aufgegeben aus der vielleicht nicht hinreichend begründeten Furcht, daß der dünne glühende Metalldraht Luftströme erzeugen könnte, die der Deutlichkeit der Bilder zu schaden vermöchten.

IX.

Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 17. Juni 1840 enthält folgende Stelle: „Biot erinnert an eine von Arago bei den Beobachtungen der Zenithdistanzen angegebene Thatsache. Arago hob die Nothwendigkeit hervor, nicht blos Sterne im Norden und Süden, sondern auch Sterne von gleichen Intensitäten zu beobachten, und fügte hinzu, daß Fernröhre mit kurzen Brennweiten mehr Fehlerquellen darböten als Fernröhre mit großen Brennweiten. Biot spricht den Wunsch aus, daß diese Beobachtungen mit mehr Details bekannt werden möchten; sie scheinen ihm vollständig zu der Ursache zu stimmen, der er sie zuschreibt."

Das Protocoll der folgenden Sitzung vom 24. Juni fügt Folgendes hinzu: „Arago nahm die Discussion, welche Biot in der letzten Sitzung rücksichtlich der Wirkung der Fernröhre angeregt hatte, wieder auf. Arago hat gefunden, daß das verworrene Licht, woraus das

Bild eines Sternes besteht, um so geringere Ausdehnung hat, je stärker die Vergrößerung ist; daß die Vergrößerung die Wirkung der Gegenwart von Strahlen schwächt, die in einem sehr schwachen Fernrohre ebenso wie im bloßen Auge bestehen. Diese Strahlen hängen aber von der Bildung des Auges ab. Manche Personen sehen sie gleichmäßig rings um den wahren Ort des Sterns, andere sehen eine größere Menge oberhalb als unterhalb, und noch andere mehr rechts als links. Dieser Vorgang kann also einen Fehler erzeugen, den man um so mehr vermindern wird, je stärker man die Vergrößerung nimmt, oder je genauer man das Fernrohr in den Brennpunkt einstellt. Sonach erhält man also, ohne daß eine Biegung der Fernröhre eintritt, blos durch die Gestalt der Bilder Fehler, wenn man nur auf einer Seite des Zeniths beobachtet.

X.

Am 30. December 1840 war in der Sitzung des Längenbureau von der Vergrößerung der Bilder der Sterne, welche durch die Anwendung eines durch ein Diaphragma verkleinerten Objectivs entsteht, die Rede.

Diese Vergrößerung nimmt man aber nicht wahr, wenn man einen Planeten betrachtet. Man sieht ebenso wenig um die Scheiben dieser Gestirne die Reihe von hellen und dunklen Ringen, welche den runden und leuchtenden Kern eines Firsternes umgeben.

Ich habe erklärt, daß dies davon herrühren könne, daß die dunklen Ringe, welche aus den verschiedenen Punkten des Umfangs entstehen, durch die hellen Ringe, welche den innern Punkten entsprechen, ausgefüllt werden und umgekehrt. Nach dieser Erklärung würde man durch das Nebeneinanderlegen der Ringe von dem weißlichen Lichtscheine Rechenschaft geben können, womit die Focalbilder der Planeten stets umgeben erscheinen.

XI.

Am 8. September 1841 habe ich dem Längenbureau den von mir gefaßten Plan erläutert, die Doppelsterne zu beobachten, indem sie auf einem nahe am Oculare befindlichen beweglichen Spiegel reflectirt werden.

XII.

Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 7. Februar 1844 enthält folgende Zeilen: „Arago hat von Neuem bestätigt, daß ein Kreis in seinem rechten Auge eine merklich verlängerte elliptische Gestalt, und in seinem linken Auge eine in derselben verticalen Richtung mehr abgeplattete Gestalt annimmt.“

XIII.

Die folgenden Versuche sind im Jahre 1844 auf der pariser Sternwarte ausgeführt worden, um das Lerebours'sche Fernrohr von 38 Centimeter (14 Zoll) Oeffnung zu prüfen:

Der grünliche Stern der Gruppe γ in der Andromeda wurde deutlich in zwei aufgelöst, wie in Pulkowa. Von Zeit zu Zeit sah man den Saturn in sehr befriedigender Weise, selbst mit einer mehr als 1000fachen Vergrößerung. Endlich hat eben diese Vergrößerung, auf die Betrachtung des Mondes angewandt, gezeigt, daß wir in Betreff der physischen Constitution des Mondes bei weitem noch nicht am Ende sind. Es ist sehr zu wünschen, daß dieses große Objectiv bald auf einem Rohre aufgestellt wird, das der Bewegung des Himmels mittelst passender Räderwerke zu folgen vermag.

Ueber neue Mittel, die Fäden und Mikrometer zu beleuchten.*)

Der von Hind am letzten 5. Februar entdeckte Komet ist sehr schwach und daher äußerst schwierig zu beobachten. Wenn man die Fäden des Mikrometers nach den gewöhnlichen Methoden beleuchtet, so verschwindet das Gestirn; wenn dagegen der dünne Nebel wahrnehmbar ist, so sieht man die Fäden nur mit unendlicher Mühe. Diese Umstände haben mich an Projecte erinnert, die ich vor länger als fünfundzwanzig Jahren entworfen hatte, um die Fäden der Mikrometer und Netze so schwach und so augenblicklich zu erleuchten, als es nöthig sein könnte, während das ganze übrige Feld in vollständiger Dunkelheit bleibt.

Anfangs hatte ich daran gedacht, durchsichtige Fäden, Glasfäden anzuwenden, die durch eine Lampe seitlich, d. h. im Sinne ihrer Länge erleuchtet würden; indeß entsprach der Versuch den Erwartungen nicht.

Auf die Idee, die Elektricität zur Beleuchtung von Platinfäden anzuwenden, kam ich, als Wollaston einen Apparat erfunden hatte, in welchem ein sehr feiner und äußerst kurzer Draht durch die Wirkung eines gewissermaßen mikroskopischen Volta'schen Elementes, das man in eine sehr schwach saure Flüssigkeit tauchte, leuchtend wurde. Ich habe der Akademie diesen Apparat vorgelegt. Ich verdankte ihn der Freundschaft des berühmten englischen Chemikers, der ihn vor meinen

*) Der Akademie der Wissenschaften am 1. März 1847 mitgetheilte Notiz.

und Gay-Lussac's Augen auf einer Reise, die wir nach England machten, in Thätigkeit setzte.

Seit dieser Zeit habe ich diese Idee in meinen öffentlichen Vorträgen und in den Sitzungen des Längenbureau wiederholt ausgesprochen, aber dabei hervorgehoben, daß einerseits ein einfaches Mittel zu finden sei, um schnell die Lichtintensität des Drahtes abändern zu können, und daß man andererseits sich überzeugen müsse, daß die Bilder entfernter Objecte, wenn sie in die Nähe eines glühenden Drahtes kommen, nicht undulirend werden.*) Da das Mittel, das Glühen des Platindrahtes nach Belieben zu schwächen und wieder hervorzurufen, jetzt in mehreren Apparaten des berühmten Wheatstone existirt, so konnte das Probiren eines neuen Fadennetzes nicht mehr aufgeschoben werden. Froment, dem ich die Ausführung anvertraut hatte, hat in dieser kleinen Arbeit Alles geleistet, was man von einem so unterrichteten und scharfsinnigen Künstler erwarten konnte. Die Fäden gehen fast plötzlich aus absoluter Dunkelheit in lebhaftes Glühen über; man erhält mit gleicher Leichtigkeit und Schnelligkeit alle Zwischengrade von Helligkeiten. Der an zweckentsprechenden Federn angebrachte Draht bleibt trotz der enormen Temperaturänderungen, die er erleidet, gradlinig. Endlich habe ich mich durch einen directen Versuch, freilich nur mit einer schwachen Vergrößerung überzeugt, daß nahe am glühenden Drahte stehende Bilder nicht unduliren, und daß sie keine auf eine Secunde steigende dauernde Ablenkung erleiden.

Während Froment an der Construction des neuen Mikrometers arbeitete, versuchte mein Freund Breguet auf meine Bitte, das Problem auf eine andere Weise zu lösen. Ich wünschte einen durch die galvanische Elektricität glühend gemachten Draht zur Beleuchtung der Fäden eines gewöhnlichen Netzes anzuwenden. Da der erleuchtende

*) Beim Ausgange aus einer meiner Vorlesungen hörte ich von Savary, daß dieser scharfsinnige und so beklagenswerthe Physiker ebenfalls an diese Verwendung der galvanischen Ströme gedacht hatte. Endlich theilte im Jahre 1838 der gelehrte Director der Sternwarte in Neapel Capocci, ohne von dem in Frankreich Besprochenen Kenntniß gehabt zu haben, seine Absicht mit, dieselbe Idee der Prüfung durch den Versuch zu unterwerfen. Ich habe nicht erfahren, ob Capocci sein Vorhaben ausgeführt hat. (S. oben S. 187.)

Draht sehr dünn war, so schlug ich vor, ihn in das Ocularstück selbst zu legen dergestalt, daß er die Fäden des Netzes auf der dem Beobachter zugekehrten Seite beleuchtete, und daß die Lichtstrahlen, welche von diesen Fäden nicht aufgehalten worden, durch den schwarzen Firniß im Innern des Rohres absorbirt würden oder durch das Objectiv austräten; kurz ich wünschte ein elektrisches Licht an die Stelle der Lampe zu setzen, welche Fraunhofer bei einem seiner sinnreichen Mikrometer angewandt hat. Die Dünne des beleuchtenden Drahtes mußte die Mittel liefern, die Ocularlinsen gänzlich gegen jeden nachtheiligen Reflex zu schützen. Breguet hat eine andere, allem Anscheine nach vorzüglichere Anordnung getroffen.

Er hat die Röhre, welche das Ocular trägt, mit einer Querspalte versehen, und oberhalb dieser Spalte, außerhalb des Rohres in einer zwischen der Ocularlinse und dem Fadennetze liegenden Ebene den Beleuchtungsdraht angebracht. Diese Einrichtung hat ihren Zweck vollständig erreicht.

Es ist überflüssig noch zu erwähnen, daß man auch hier die Leuchtkraft des Drahtes nach Belieben in unmeßbar kurzer Zeit verringern und vergrößern kann, und daß infolge gewisser Anordnungen die nach der Säule gehenden Drähte dem Beobachter nirgends im Wege sind. Alles läßt also glauben, daß die Volta'sche Säule, von der man schon so zahlreiche, schöne und eigenthümliche Anwendungen gemacht hat, nächstens als ein nützliches Hülfsmittel unter den astronomischen Instrumenten genannt werden wird.

Ueber ein Ocularmikrometer mit Doppelbrechung.*)

Rochon, ein Mitglied der alten Akademie der Wissenschaften, kam zuerst auf den Gedanken, die Doppelbrechung zur Messung sehr kleiner Winkel zu benutzen. Er brachte ein achromatisirtes Bergkrystallprisma im Innern eines Fernrohres an, und mittelst seiner gradlinigen Verschiebung vom Ocular gegen das Objectiv hin gestattete dies Prisma, alle Planeten- oder Sterndurchmesser, welche zwischen Null und den von dem regelmäßigen und unregelmäßigen Strahle bei ihrem Austritte aus dem achromatischen Prisma gebildeten Winkel fallen, zu messen.

Ich habe dieses Instrument lange Zeit gebraucht; es hat mir zu mehr als 3000 Bestimmungen von Planetendurchmessern gedient. Indeß hatten sich mehrere Uebelstände gezeigt: der Achromatismus des Prismas konnte für die beiden Bilder nicht gleichzeitig vollkommen sein; mit sehr starken Vergrößerungen wurde dieser Fehler unerträglich; andererseits wenn das Prisma zur Bestimmung des Nullpunktes der Skale oder zur Messung der kleinsten Winkel sich sehr nahe an der Ocularlinse befand, wurden die geringsten Unvollkommenheiten im Krystall oder in der Bearbeitung der Oberflächen beträchtlich vergrößert; kurz, um es mit wenigen Worten zu sagen, es war nicht angenehm, in das Fernrohr einen Theil einzuführen, der seine Güte unvermeidlich verringerte.

*) Der Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 15. März 1847 mitgetheilte Notiz.

Diesem Uebelstande habe ich schon seit vielen Jahren abgeholfen, indem ich das doppeltbrechende Prisma außerhalb des Fernrohrs zwischen Ocular und Auge grade an der Stelle anbrachte, wo man bei Sonnenbeobachtungen die farbigen Gläser ansetzt. Die Berührung der beiden Bilder wurde dann erhalten, indem ich die Vergrößerung des Fernrohres mittelst einer Aenderung in dem Abstande der beiden Linsen des zusammengesetzten Oculars änderte.

Aber auch diese Aenderung in dem Abstande war nicht ohne Uebelstände; man mußte nach jeder Aenderung des Abstandes der beiden Linsen wieder in den Brennpunkt einstellen. Dazu kommt, daß zur Erzielung der möglich besten Wirkung eines Doppeloculars ein ganz bestimmter Abstand der beiden Linsen, aus denen es besteht, erfordert wird; daß diesseits und jenseits dieser Grenze die Bilder etwas an ihrer Schärfe verlieren; daß endlich dies Verfahren zu mikrometrischen Messungen nicht brauchbar ist, wenn man einfache Oculare und sehr starke Vergrößerungen anwenden will.

Bei der Einrichtung, bei welcher ich zuletzt stehen geblieben bin, sind alle diese Uebelstände verschwunden.*) Das Prisma liegt stets außerhalb des Fernrohrs, seine Mängel werden niemals vergrößert. Die Vergrößerung bleibt ungeändert; die kürzesten einfachen Oculare, die heutigen Tages zu sehr vernachlässigten biconcaven, können angewandt werden. Prismen, ein wenig breiter als die Pupille, werden in continuirlicher Reihe, von den kleinsten Trennungen der ordentlichen und außerordentlichen Strahlen an bis zu den größten, angefertigt, so daß die Winkel der einzelnen aufeinander folgenden sich kaum um 30 und selbst um 15 Secunden unterscheiden. Dieselben werden dann, immer je fünf neben einander, in den Oeffnungen mehrerer Metallstreifen befestigt, in Schiebern, welche sich längs einer Rinne bewegen, die ihrerseits mit der Ocularhülse eines beliebigen Fernrohres oder Spiegelteleskopes verbunden ist. Der Astronom hat jetzt nur den Schieber vor seinen Augen zu verrücken, und zu untersuchen, welches Prisma ihm die beiden Bilder des beobachteten Objectes in Berührung

---

*) S. populäre Astronomie Bd. 2, S. 74.

mit einander zeigt; er dividirt sodann den Winkel, um welchen dieses Prisma die Strahlen trennt, durch die Vergrößerung des Fernrohres.

Es kann der Fall eintreten, daß das eine Prisma die Bilder nicht hinreichend von einander getrennt hat, während sie beim folgenden bereits zu weit auseinander rücken; dann erhält man für den Werth des gesuchten Durchmessers zwei Grenzen, zwischen denen man das Mittel zu nehmen hat. Untersuchen wir jetzt, wie viel die Ungewißheit dabei betragen kann:

Wenn die Prismen in Intervallen von 15 Secunden aufeinander folgen, so wird bei Anwendung einer 200fachen Vergrößerung jede Messung von der, welche das vorangehende Prisma gibt, sich nur um $^{15}/_{200}''$ oder $^{7}/_{100}$ einer Secunde unterscheiden; die Unsicherheit des Mittels würde also noch nicht vier Hundertstelsecunden betragen, eine Größe, die gar nicht in Betracht kommen kann.

Diese Vorrichtung eines doppeltbrechenden Ocularmikrometers ist auf der pariser Sternwarte seit mehreren Jahren im Gebrauch.

Ich darf nicht unterlassen, der wahrhaft ausgezeichneten Geschicklichkeit rühmend zu gedenken, welche Herr Soleil bei Ausführung der langen Reihe von gewissermaßen mikroskopischen Prismen, die in den Schiebern des Mikrometers enthalten sind, an den Tag gelegt hat. Dabei verdienen nicht weniger die mäßigen Preise Erwähnung, die jener Geschicklichkeit erst den rechten Werth verleihen.

Ueber die Schiefe der Ekliptik und über das Vorhandensein einer individuellen Collimation.*)

Die Schiefe der Ekliptik ist eins der Grundelemente der Astronomie. Sie spielt bei der Verwandlung der Rectascensionen und Declinationen in Längen und Breiten eine Hauptrolle; sie ändert sich unaufhörlich in ihrer Größe. Die Mathematiker haben diese Aenderung durch analytische Formeln mit andern Elementen unseres Sonnensystems, zu deren Werthbestimmung sie dienen soll, verknüpft. Bedarf es noch mehr, um die Wichtigkeit der Arbeit zu erkennen, welche die Herren Eugen Bouvard und Victor Mauvais so eben ausgeführt haben?

Die Verfasser der beiden Abhandlungen haben die auf der pariser Sternwarte in den Jahren 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840 und 1841 in den Sommer- und Wintersolstitien angestellten Beobachtungen discutirt. Wenn wir die Beobachtungen der letzten sechs Jahre nehmen, die, weil sie doppelt gerechnet sind, keine Unsicherheit übrig lassen, so haben wir 12 Bestimmungen für die Schiefe der Ekliptik, 6 für den Winter und 6 für den Sommer. Das mittlere auf den 1. Januar 1841 bezogene Resultat ist:

$$23^{0}\ 27'\ 35{,}56''.$$

*) Der Akademie der Wissenschaften am 21. November 1842 von Arago im Namen einer aus Damoiseau, Liouville und Arago bestehenden Commission erstatteter Bericht über eine von Eugen Bouvard und eine andere von Victor Mauvais eingereichte Abhandlung.

Eine einzige der 12 Schiefen, die vom Winter 1838, weicht von dem Mittel fast um eine Secunde (0,85'') ab. Die andern Abweichungen erreichen kaum eine halbe Secunde.*)

Um eine solche Uebereinstimmung in astronomischen Untersuchungen zu erreichen, genügt es nicht, über gute Beobachtungen disponiren zu können; man muß außerdem auch den Einfluß aller Fehlerquellen, gegen welche die Beobachter unablässig anzukämpfen haben, genau in Betracht zu ziehen wissen. Die Verfasser der beiden Abhandlungen haben sich in dieser Beziehung vollständig auf der Höhe aller Zweige der Wissenschaft gezeigt. Die Aberration, die Nutation und die Refraction sind den besten Tafeln entnommen worden; die Polardistanzen der bei der Berechnung der Collimationen des Mauerkreises benutzten Sterne sind die genauesten, welche man wählen konnte. Sehr geübte praktische Astronomen allein konnten die ganze Wichtigkeit der Temperaturänderungen bei den Ablesungen an den sechs Mikroskopen erkennen, und der Erfahrung die Elemente zu dieser feinen Correction entlehnen. Fügen wir endlich noch hinzu, daß unsere jungen Astronomen eine Fehlerquelle in Betracht gezogen haben, die bis jetzt niemals in irgend einer analogen Arbeit aufgetreten ist; wir meinen die individuelle Collimation, eine Correction in der Einstellung, die von einem Beobachter zum andern und selbst für einen und denselben Beobachter mit dem Auge, das er benutzt, variirt.

Vor vielen Jahren war von einem Mitgliede**) dieser Akademie

---

*) Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 23. Juni 1813 weist nach, daß Arago durch die Dispersion des Lichtes und die eigenthümliche Absorption gewisser gefärbter Gläser den Unterschied zwischen den Werthen der Schiefe der Ekliptik, die aus den im Sommer- und Wintersolstitium angestellten Beobachtungen hergeleitet sind, erklärt hat. Das Protocoll der Sitzung vom 7. Januar 1818 setzt hinzu, daß Arago gezeigt habe, daß man bei der Erklärung der in den Solstitien beobachteten Differenzen auch auf die Aenderung der Temperatur des Fernrohrs Rücksicht nehmen muß; daß er die von der Temperatur auf die Länge des Fernrohrs am Mauerquadranten ausgeübten Einflüsse nachgewiesen habe, die bisher vernachlässigt worden sind, und deren Wirkung in einer Aenderung der Focaldistanz der Fernröhre besteht.

**) 1810 und 1813 von Arago. — S. oben die Abhandlung über die Repetitionskreise S. 107.

auf das Vorhandensein einer individuellen Collimation, als auf eine natürliche Erklärung der großen Differenzen, welche Méchain in Mont-Jouy und Barcelona zwischen den aus der Beobachtung nördlich und südlich gelegener Sterne sich ergebenden Breiten gefunden hatte, hingewiesen worden. Die individuelle Collimation allein konnte ebenfalls den Schlüssel zu den paradoxen und constanten Aenderungen geben, welche Humboldt, Mathieu und Arago infolge der geringsten Verschiebung des Objectivs des Fernrohrs an ihrem Repetitionskreise, oder was auf dasselbe hinauskommt, infolge einer unmerklichen Gestaltänderung in den Bildern der beobachteten Sterne für die Breite von Paris fanden.*) Diese Hypothese hat trotz der optischen Betrachtungen, welche ihr Gewicht zu geben schienen, doch keinen Beifall gefunden. Mehrere berühmte Astronomen bekämpften sie. Gauß unter Andern hat sie, wenn wir recht unterrichtet sind, mit einiger Strenge in der leipziger Literaturzeitung (?) beurtheilt. Bei der Erörterung über mehrere dieser Kritiken vor dem Längenbureau gab ein Mitglied**) der von Ihnen gewählten Commission ein untrügliches Mittel an, um jedes Bedenken zu beseitigen. Er schlug vor, die Sterne mit dem Fernrohre des Mauerkreises erst in der gewöhnlichen Lage des Körpers des Beobachters und unmittelbar darauf in der umgekehrten Lage zu beobachten. Für einen nahe am Zenith stehenden Stern würde dies also darauf hinauslaufen, nach demselben

---

*) Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 25. April 1810 enthält folgende Stelle: „Breite von Paris, mittelst eines kleinen Repetitionskreises von A. v. Humboldt, Mathieu und Arago bestimmt. — Diese Breite variirt mit der Focaldistanz des Objectivs, wenn Humboldt und Arago beobachten; dies tritt aber nicht ein, wenn Mathieu nach dem Sterne visirt. Man hat sich versichert, daß diese Aenderung in der Breite nicht von einer Biegung des Fernrohrs beim Uebergange von der zweiten Beobachtung zur dritten abhängen kann, denn vermittelst der Alhidaden war das Fernrohr in jenem Momente auf zwei Punkten befestigt. Arago erklärt die beobachteten Thatsachen, indem er hervorhebt, daß die mit bloßen Augen gesehenen Sterne sehr unregelmäßige Formen haben, und daß in den von schwach vergrößernden Fernröhren erzeugten Bildern ein Theil dieser Unregelmäßigkeiten noch fortbesteht." Vergl. oben die Entwickelung dieser Ansicht in der Abhandlung über die Repetitionskreise S. 112.

**) Arago.

zu visiren, indem man sich auf den Rücken legt, zuerst mit den Füßen nach Süden, und sodann mit den Füßen nach Norden gewandt. Wollte man einen nahe am Horizonte befindlichen Stern auswählen, so würde man ihn beobachten müssen, zuerst die Füße abwärts, und dann die Füße aufwärts. Selbstverständlich konnten die Beobachtungen am Zenith allein versucht werden; die erhaltenen Resultate sind folgende:

Wenn Victor Mauvais seine Füße nach Norden legt, findet er stets 5″ weniger für die Polardistanzen der Sterne, als wenn er sie nach Süden wendet.

In denselben Lagen erhält Eugen Bouvard Abweichungen von 2,7″, aber in entgegengesetztem Sinne.

Bei Laugier steigt dieser Unterschied nur auf 0,5″, und zwar in demselben Sinne wie bei Bouvard.

Wie wir gesehen, erfordern die Beobachtungen Mauvais' eine Correction von 5″, wenn man die Beobachtungen, wobei seine Füße nach Norden gewandt waren, mit den in der entgegengesetzten Lage ausgeführten vergleichen will. Wenn nun aber eben dieser Astronom anstatt des rechten Auges das linke benutzt, so ist gar keine Correction nothwendig.

Die Correction von 2,7″, die Eugen Bouvard an seinen nach Norden gemachten Beobachtungen anbringen muß, um sie mit den nach Süden ausgeführten in Uebereinstimmung zu bringen, ist nicht mehr nöthig, wenn dieser Beobachter beim Visiren nach den Sternen seinen Körper anstatt in die Ebene des Meridians in eine darauf senkrechte Lage bringt.

Wir hoffen, daß in wenigen Wochen der Akademie eine Abhandlung vorgelegt werden wird, welche die physischen Ursachen dieser so verdrießlichen und eigenthümlichen Anomalieen aufhellt. Für jetzt soll es uns genügen, hervorzuheben, wie sehr die in den beiden Abhandlungen discutirten Beobachtungen von einander abgewichen sein würden, wenn nicht die persönlichen, sehr von einander abweichenden Collimationen eines jeden der Astronomen der pariser Sternwarte in Rechnung gezogen worden wären.

Die Arbeiten, worüber wir vorstehend Bericht erstattet, scheinen uns der Approbation von Seiten der Akademie sehr würdig. Man findet darin eine strenge und gründliche Discussion der Beobachtungen, und das erste Beispiel einer Art von Correction, an die man bisher nicht gedacht hatte. Das Resultat ist übrigens wichtig und von seltener Genauigkeit. Wir würden daher der Akademie vorschlagen, die beiden Abhandlungen in die Bände der Savants étrangers aufzunehmen, wenn wir nicht in Erfahrung gebracht hätten, daß sie einen Theil der großen Sammlung astronomischer Beobachtungen, welche das Längenbureau veröffentlicht, bilden sollen.

Abhandlung über ein sehr einfaches Mittel, sich von den persönlichen Fehlern in den Beobachtungen der Durchgänge der Gestirne durch den Meridian zu befreien*).

In den Discussionen, die sich neulich im Schooße der Akademie über die Genauigkeit, mit welcher man die Breiten bestimmen kann**), erhoben haben, hat sich vielfache Veranlassung dargeboten, von den persönlichen Fehlern der Beobachter in der Messung der Zenithdistanzen, so wie der Mittel zu ihrer Beseitigung zu reden. Heute beabsichtige ich in dem folgenden Aufsatze die sehr beträchtlichen und viel auffallenderen persönlichen Fehler zu behandeln, welche den Astronomen in der Messung der Rectascensionen begegnet sind. Am Schlusse werde ich die Mittel angeben, um diese zweite Fehlerklasse zu beseitigen.

Wer auch nur wenig in die astronomischen Methoden eingeweiht ist, weiß, daß eine nach Sternzeit sorgfältig regulirte Pendeluhr zur Messung der Rectascensionen dient. Ein in der Meridianebene aufgestelltes und um eine horizontale Axe drehbares Fernrohr trägt in seinem Centrum und in seinem Brennpunkte einen verticalen undurchsichtigen Faden. Ein Stern tritt in das Gesichtsfeld des passend gerichteten Fernrohrs auf der Ostseite ein, erreicht den Faden, geht

*) Am 14. Februar 1853 in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften gelesene Abhandlung.

**) S. oben S. 123 u. 124.

unter ihm hin und tritt auf der Westseite aus diesem Felde wieder aus. Die Beobachtung des Durchganges des Sterns durch den Meridian besteht nun darin, nach der zur Seite des Fernrohrs aufgestellten Uhr die Stunde, Minute, Secunde und selbst Zehntelsecunde zu notiren, welche dem Verschwinden des Sterns hinter dem centralen Faden entspricht.

Diese Genauigkeit ist kein eitler Luxus, weil bei der Verwandlung der gemessenen Zeitintervalle in Bogentheile für Sterne im Aequator eine Zehntelsecunde in Zeit nicht weniger als $1^1/_2$ Secunde im Bogen ausmacht, weil eine halbe Zeitsecunde 7,5 Bogensecunden entspricht, und eine ganze Zeitsecunde 15 Bogensecunden gleich kommt.

Seit langer Zeit hat man die Gewohnheit, in dem Gesichtsfelde gleichweit von einander entfernte und mit dem centralen Faden parallele Fäden, und zwar zwei auf der Ost- und zwei auf der Westseite von ihm, auszuspannen. Alle fünf Fäden zusammen heißen das Fadennetz. Da die Bewegung des Himmels gleichförmig und in der Nähe des Meridians senkrecht auf die eben erwähnten fünf Fäden erfolgt, so wird der Stern, um vom ersten zum zweiten zu kommen, ebenso viel Zeit gebrauchen, als um vom zweiten zum dritten zu gelangen. Die Zeiträume zwischen den Durchgängen unter dem dritten und vierten, unter dem vierten und fünften Faden werden ebenfalls unter sich und auch den vorhergehenden Intervallen gleich sein. Daraus folgt, daß wenn die Beobachtungen genau sind, man ein einfaches Mittel dies zu erkennen sich verschaffen kann, indem man die vier Zeitintervalle, die unter sich gleich sein müssen, vergleicht. Es leuchtet ein, daß wenn man unter derselben Voraussetzung den Augenblick des Verschwindens des Sterns hinter dem ersten Faden des Netzes und den Augenblick seines Verschwindens hinter dem fünften Faden nimmt, die halbe Summe dieser beiden Zahlen dem Augenblicke des Verschwindens unter dem mittleren Faden gleich sein wird. Durch eine entsprechende Combination der am zweiten und vierten Faden gemachten Beobachtungen wird man dasselbe Resultat erhalten. Die Gleichheit der vier Zeitintervalle ist ein Zeichen, das anzugeben scheint, welches Zutrauen man der Beobachtung schenken darf. Und doch, was wahrhaft unerklärlich ist, können in Bezug auf diese Gleichheit

gleich gut übereinstimmende Beobachtungen zu sehr abweichenden Resultaten für den Durchgang eines Sterns durch den Meridian, sowohl bei der directen Bestimmung, als auch bei der Herleitung aus den Durchgängen an den fünf Fäden des Netzes führen.

Geübten Astronomen gelingt es, das Verschwinden eines Sterns hinter den fünf Fäden dergestalt zu bestimmen, daß die Zwischenzeiten bis auf eine Zehntelsecunde übereinstimmen. Und dessenungeachtet können die von zwei Beobachtern erhaltenen absoluten Durchgänge bei ihrer Vergleichung mit einander bisweilen um eine ganze Secunde differiren. Die Größe, welche man allen von einem Astronomen B beobachteten Durchgängen hinzufügen oder von eben diesen Augenblicken abziehen muß, um sie auf die von einem Astronomen A bestimmten Durchgänge zu reduciren, nennt man die persönliche Gleichung oder den persönlichen Fehler des Astronomen B. Um diese persönliche Gleichung zu finden, wird es hinreichen, daß der Astronom B die Durchgänge des Sterns an dem ersten und fünften Faden des Netzes, und der Astronom A seinerseits die Durchgänge an dem zweiten und vierten Faden beobachtet. Die Mittel dieser beiden Beobachtungsgruppen müssen dasselbe Resultat geben, wenn die persönliche Gleichung Null ist. Stimmen die Resultate nicht überein, so ist die Differenz der persönliche Fehler von B.

Wir wollen jetzt sehen, auf wie viele Zehntelsecunden diese persönlichen Fehler steigen können.

Maskelyne führt in den greenwicher Beobachtungen für 1795 an, daß sein Gehülfe Kinnebrook nach und nach die Gewohnheit angenommen hatte, die Durchgänge an den Fäden des Meridianfernrohrs später als er selbst zu beobachten.

Im August 1795 betrug diese Differenz zwischen den beiden Beobachtern 0,5 Secunden; im Laufe des Jahres 1796 stieg sie bis 0,8 Secunden. Im Jahre 1794 und im Anfange des Jahres 1795 hatten beide Beobachter übereingestimmt.

Im Jahre 1820 fand Bessel*), daß Walbeck den Durchgang

*) Vergl. Briefwechsel zwischen Olbers und Bessel II. S. 185 und später.
Anmerk. d. d. Ausg.

der Sterne unter den Fäden des königsberger Meridianfernrohrs eine ganze Secunde später als er selbst beobachtete.

Im Jahre 1823 ermittelte Bessel, daß der berühmte Astronom Argelander den Durchgang der Sterne 1,2 Secunden nach ihm beobachtete.

1821 beobachtete Walbeck in Dorpat 0,24 Secunden später als Struve.

1823 beobachtete Argelander in Dorpat 0,20 Secunden später als Struve.

Aus diesen Zahlen schloß Bessel, daß im Jahre 1823 Struve (man sieht, welche wissenschaftlichen Autoritäten dabei im Spiel waren) eine ganze Secunde später als er, beobachtete.

Aus verschiedenen Betrachtungen leitete Bessel die Folgerung her, daß die fraglichen Unterschiede sehr variabel sein können. Er findet nämlich:

daß 1814 Struve in demselben Momente, wie er selbst, beobachtete;

daß er 1821 0,8 Secunden später beobachtete;

daß 1823 dieser Unterschied bis auf eine Secunde gestiegen war.

Bei den Beobachtungen von Bedeckungen, also nicht bei Meridiandurchgängen, fand Bessel, daß Argelander das Verschwinden und Wiedererscheinen 0,3 Secunden später als er notirte.

Als Bessel die mit einem Pendel, das halbe Secunden schlug, gemachten Beobachtungen mit denen verglich, welche mit einem gewöhnlichen Pendel ausgeführt waren, so fand er, (was sehr auffallend), daß er mit dem neuen Instrumente die Durchgänge durch den Meridian 0,49 Secunden später als mit dem ganze Secunden schlagenden Pendel beobachtete.

Seit der Zeit, wo Bessel die sehr auffallenden Resultate seiner Versuche veröffentlichte, haben sich die Astronomen mit diesem Gegenstande nicht hinreichend beschäftigt, obgleich er geeignet ist, über ihre Beobachtungen die peinlichste Unsicherheit zu verbreiten.

Im Jahre 1843 faßte Otto Struve auf Veranlassung der Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen Pulkowa und Altona den experimentellen Theil der Frage von Neuem ins Auge.

In dem 1844 erschienenen Werke dieses Astronomen findet man die persönlichen Fehler der folgenden Astronomen. Wenn Struve, der Vater, als Ausgangspunkt genommen wird, so beobachtet:

Otto Struve	früher	um	0,11	Secunden.
Peters	später	„	0,13	„
Sabler	früher	„	0,11	„
Savitsch	später	„	0,11	„
Petersen	später	„	0,15	„
Rehns	später	„	0,13	„

Der Unterschied zwischen Otto Struve und Petersen steigt also auf 0,26 Secunden.

Später, im Jahre 1844, hat sich Otto Struve mit einer analogen Untersuchung beschäftigt, deren Resultate man in einem 1846 erschienenen Werke findet. Diese Resultate sind, wenn die von Otto Struve beobachteten Durchgänge zur Vergleichung genommen werden:

Döllen	beobachtet	früher	um	0,22	Secunden.
Struve, der Vater	„	später	„	0,09	„
Petersen	„	später	„	0,24	„
Henry aus Greenwich	„	später	„	0,40	„

woraus folgt, daß bei Beobachtungen von Meridiandurchgängen zwischen Döllen und Henry ein Unterschied von 0,62 Secunden stattfand.

Folgendes sind die im Jahre 1852 von Airy veröffentlichten Resultate der Untersuchungen über die im Jahre 1850 vorhandenen persönlichen Fehler der unter seiner Direction an der greenwicher Sternwarte angestellten Astronomen. Wird Dunkin als Ausgangspunkt genommen, so findet man:

Dunkin — Main	— 0,03	Secunden.
Dunkin — Henry	+ 0,08	„
Dunkin — Ellis	— 0,15	„
Dunkin — Rogerson. . . .	— 0,48	„
Dunkin — Ferguson . . .	— 0,01	„
Dunkin — Glaisher . . .	+ 0,04	„
Dunkin — Henderson . . .	— 0,26	„

woraus folgt, daß zwischen Henry und Rogerson der Unterschied bei Meridiandurchgängen bis 0,56 Secunden steigt.

Als mir um die Mitte des Jahres 1842 infolge einiger Vergleichungen zwischen einer Pendeluhr und den der Sternwarte übergebenen Chronometern einfiel, daß jeder persönliche Fehler verschwinden dürfte, selbst bei denjenigen Beobachtern, bei denen er den größten Werth erreichte, sobald diese Beobachter nur eins der Elemente, worauf die Beobachtung eines Meridiandurchganges beruht, zu beobachten hätten, so veranlaßte ich meine Mitarbeiter, meine Vermuthung zu prüfen; was durch die folgenden Beobachtungen geschah.

Der eine dieser jüngeren Astronomen, Herr Goujon, bei welchem sich die größte persönliche Gleichung gefunden hatte, wurde aufgefordert, durch einen kurzen Laut oder Schlag den Augenblick anzugeben, wo seiner Meinung nach ein Stern unter einem Faden im Fernrohre hindurchging, während die Sorge, nach einer benachbarten Uhr die jenem Zeichen entsprechende Secunde und ihren Bruchtheil zu schätzen, Herrn Eugen Bouvard überlassen blieb. So wurde ermittelt, daß bei dieser Beobachtungsart der persönliche Fehler Goujon's gänzlich verschwunden war, obgleich er nach dem gewöhnlichen Verfahren nicht unter 0,4 Secunden betrug. Diese Beobachtungen sind vom 1 Januar 1843.

So unwahrscheinlich die Annahme, daß der persönliche Fehler von einer Trägheit des Gehörorganes herrühre, auch sein mochte, so wurden doch, um in dieser Beziehung alle Zweifel zu beseitigen, folgende Beobachtungen angestellt: Herr Laugier gab unvermuthet kurze hörbare Zeichen, während die Herren Bouvard und Goujon nach einer vor ihnen stehenden Pendeluhr die entsprechenden Secunden und deren Bruchtheile bestimmten. Eine vierzigmalige Wiederholung dieses Versuchs ergab keinen Unterschied, obwohl bei den am Meridianfernrohr gemachten Beobachtungen der persönliche Fehler Goujon's, wie wir gesehen haben, 0,4 Secunden und zwar als Verspätung betrug. Im Anfange des Jahres 1843 übergab ich meinen Mitarbeitern ein Punktirchronometer von Breguet, das ich früher bei den Beobachtungen über die magnetische Intensität häufig benutzt

hatte*). Im Augenblicke, wo die Sterne unter den Fäden anlangten stieß der mit der Beobachtung beauftragte Astronom selbst den Drücker einwärts; die von der Spitze auf dem Zifferblatte des Chronometers hinterlassenen Punkte bestimmten die Augenblicke der Durchgänge der Gestirne unter den Fäden. Während die Beobachtungen von Durchgängen durch den Meridian seitens der Herren Mauvais und Goujon um 0,58 Secunden differirten, wenn sie auf die gewöhnliche Weise beobachteten, stimmten dieselben beständig überein, sobald sie das Punktirchronometer benutzten.

Um die Untersuchung zu vervollständigen, brauchte man sie nur mit einem eben solchen Chronometer, das aber Zehntelsecunden mit voller Sicherheit angab, zu wiederholen. Dies ist im Laufe dieses Jahres geschehen, als mir Breguet ein Chronometer geliefert hatte,

*) Um den in der Schätzung der Bruchtheile von Secunden nicht geübten Personen zu Hülfe zu kommen, haben die Uhrmacher eigenthümliche Chronometer erdacht, von denen die einen Punktirchronometer (chronomètres à pointage), und die andern Chronometer mit Auslösung (chronomètres à détente) genannt worden sind. Bei den erstern trägt der Zeiger, welcher die Secunden angibt, an seinem Ende, man könnte sagen, Dintenfaß, Feder und Dinte. Wenn eine Erscheinung eintritt, so drückt der Beobachter auf eine elastische Feder, und augenblicklich macht die am Ende des Secundenzeigers befindliche Schreibfeder oder vielmehr sehr feine Spitze einen schwarzen Punkt auf das getheilte Zifferblatt, welcher der Lage entspricht, die der Zeiger in jenem Augenblicke einnahm. Die Lage dieses Punktes gegen zwei auf einander folgende Theilstriche gestattet die ganze Secunde und den Bruchtheil, in welchem die Erscheinung eintrat, zu ermitteln. — Die Chronometer mit Auslösung beruhen auf einem anderen Princip, das meines Wissens zuerst von Perrelet ausgeführt worden ist. In den Chronometern dieses geschickten Künstlers besteht der Secundenzeiger aus zwei über einander liegenden Zeigern. Wenn man auf einen Drücker wirkt, so bleibt nur einer der Zeiger stehen, und zeigt dann durch seinen Ort die Secunde und den Bruchtheil, in welchem der Druck auf die Auslösung erfolgte. Merkwürdig ist bei dieser Construction, daß jener Zeiger, nachdem man sich die Zeit genommen, den Augenblick aufzuschreiben, in welchem er stehen geblieben ist, durch eine neue Bewegung des Auslösungsmechanismus die verlorne Zeit wieder einholt, und sich auf den anderen in seinem regelmäßigen Gange nicht unterbrochenen Zeiger genau wieder einstellt; so daß der Beobachter in den Stand gesetzt wird, das Eintreten eines zweiten Phänomens zu notiren u. s. w., ohne nöthig zu haben, in der Zwischenzeit das Chronometer mit der zur Regulirung dienenden Pendeluhr zu vergleichen.

womit man diesen Grad von Genauigkeit erreichen konnte. Die Beobachter waren nach einander die Herren Goujon, Laugier und Ernst Liouville.

Aus wiederholten und vollständig übereinstimmenden Beobachtungen hatte sich ergeben, daß Goujon die Meridiandurchgänge 0,45 Secunden später als Laugier und Liouville beobachtete. Sobald man aber mit dem Punktirchronometer beobachtete, fand sich der Unterschied zwischen den von den drei genannten Herren gemachten Beobachtungen aufs Unmerkliche reducirt.

Wenn man künftig sich von den persönlichen Fehlern unabhängig machen will, so wird man, so zu sagen, einem Chronometer mit Auslösung die Sorge überlassen müssen, die dem Durchgange der Sterne durch die Fäden im Fernrohre entsprechende Secunde und deren Bruchtheil zu schätzen; das Chronometer, das hier nur eine Zwischenvorrichtung abgibt, wird überdies mit der zur Regulirung dienenden astronomischen Pendeluhr sorgfältig verglichen werden müssen. Ein Bedenken trat ein: man mußte sich versichern, daß eine solche Vergleichung mit keinem persönlichen Fehler behaftet war. Dies ist durch zahlreiche von Goujon und Ernst Liouville vor Kurzem mit demselben Chronometer ausgeführte Beobachtungen dargethan worden. Der Gang des Chronometers im Verhältniß zur Pendeluhr gab dieselben Zahlen, nicht nur im Mittel, sondern auch für die von beiden Beobachtern erhaltenen partiellen Resultate.

Zum Schlusse seiner Abhandlung *) sagt Bessel: „Es wäre sehr zu wünschen, daß man ein Mittel fände, über diese räthselhafte Erscheinung erschöpfende Untersuchungen anzustellen; allein ich halte dieses fast für unmöglich, indem die Operationen, von welchen der Unterschied herrührt, ohne unser Bewußtsein vor sich gehen.“

Wenn ich die Aufgabe, welche Bessel als unmöglich bezeichnete, nicht gelöst habe, so ist es mir doch, was vom astronomischen Standpunkte aus mehr Werth hat, gelungen, ein Mittel anzugeben, um jede persönliche Gleichung bei den Meridiandurchgängen zum Ver-

*) Vorwort der 8. Abtheilung der astronomischen Beobachtungen auf der königlichen Universitätssternwarte in Königsberg von Bessel, S. VIII.
Anmerk. d. d. Ausg.

schwinden zu bringen, und die Beobachtungen von Fehlern oder wenigstens sehr verdrießlichen Unsicherheiten zu befreien.

Auf dem Punktirchronometer, das bei den letzten Beobachtungen benutzt wurde, kann man mit voller Sicherheit Zehntelsecunden ablesen, während das frühere kaum das Doppelte dieser Größe angab. Ich glaubte untersuchen zu müssen, ob es wirklich nothwendig wäre, Anordnungen zu treffen, welche noch geringere Bruchtheile einer Secunde zu schätzen gestatteten. Indeß ist mir ein Zwanzigstel als die äußerste Grenze von Genauigkeit erschienen, welche unsere Sinne in dem eben bezeichneten Beobachtungssysteme zu erreichen vermögen. Um diese Thatsache festzustellen, habe ich ein mir gehöriges, in Wien verfertigtes Chronometer benutzt, in welchem der Zeiger in der Secunde einen ganzen Umlauf auf dem Zifferblatte macht, und das also reichlich ein Sechzigstel einer Secunde abzulesen gestattet.

Ich hatte eben die letzten Zeilen dieser Abhandlung geschrieben, als ein Freund meine Aufmerksamkeit auf eine kurze Notiz in dem Berichte der British association für 1851 lenkte. In derselben haben die Astronomen Bond in Amerika eine Einrichtung beschrieben, wie man bei Beobachtungen von Meridiandurchgängen das gewöhnliche Verfahren durch die von einer elektrischen Uhr gelieferten Anzeigen ersetzen kann. Diese Methode scheint nicht blos theoretisch aufgestellt, sondern auch praktisch ausgeführt worden zu sein; denn die Verfasser jener Notiz sagen zum Schluß:

„Die Grenzen der individuellen Fehler werden durch diese Methode viel enger. So weit die bis jetzt gemachten Beobachtungen für den Beweis hinreichen, sind die persönlichen Gleichungen oder Fehler der verschiedenen Beobachter, wenn nicht ganz und gar unmerklich, doch wenigstens bis auf einige Hundertstelsecunden reducirt."

Die Herren Bond sind, wie man sieht, mit der elektrischen Uhr zu derselben Folgerung gekommen, die ich aus den Beobachtungen mit dem Punktirchronometer hergeleitet hatte. Ich will nur bemerken, daß die von mir angezogenen Beobachtungen bis 1843 zurückgehen, daß sie in jener Zeit dem Längenbureau mitgetheilt, daß sie außerdem coram populo unter Mitwirkung fast aller an der pariser Sternwarte angestellten Astronomen ausgeführt worden sind, während

das Datum der in Amerika mittelst der elektrischen Uhr gemachten Versuche unbekannt ist, und allem Anscheine nach nicht viel über 1851 zurückgeht.

Die Prioritätsfrage gänzlich beiseite lassend, will ich darauf hinweisen, daß die Herren Bond nicht sagen, wie groß die persönlichen Fehler waren, welche ihr Beobachtungsverfahren mit der elektrischen Uhr zum Verschwinden brachte. Dieser Vorwurf kann dem auf meine Aufforderung auf der pariser Sternwarte ausgeführten Beobachtungssysteme nicht gemacht werden, weil aus den im Jahre 1843 von Mauvais und Goujon beobachteten Meridiandurchgängen sich ergab, daß die Benutzung eines Punktirchronometers einen persönlichen Fehler von 0,58 Secunden zu beseitigen vermochte.

Es erübrigt jetzt nur noch zwischen der von den Herren Bond angegebenen auf die Benutzung elektrischer Uhren gegründeten Methode und dem Gebrauche der Punktirchronometer bezüglich der Genauigkeit und Bequemlichkeit zu entscheiden. Wenn die Erfahrung, was mir zweifelhaft erscheint, der elektrischen Methode den Vorzug geben sollte, so würde in Betreff des vorliegenden Gegenstandes die Initiative den Herren Bond gehören. Ich muß indeß bemerken, daß der Apparat, welchen die genannten beiden Astronomen benutzt haben, zu der von Bache für die große Operation der trigonometrischen Aufnahme der Küsten der Vereinigten Staaten, an deren Spitze dieser berühmte Ingenieur zum großen Vortheile der Wissenschaft im Allgemeinen und der Geographie insbesondere gestellt worden ist, eingerichteten Sammlung von Instrumenten gehört. Es ist mir aber unmöglich, anzugeben, ob etwa die Idee der elektrischen Uhr von ihm ausgegangen ist.

Abhandlung über den Mars*).

Erstes Kapitel.

Vorwort.

Die Wissenschaften zeigen bei ihrem Ausbreiten, ebenso wie große Ströme nahe an ihrer Mündung, zahlreiche Verzweigungen. Das sorgfältige Studium eines einzelnen dieser Zweige reicht gewöhnlich hin, um die Kräfte eines Mannes von größter Thätigkeit und

*) In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 31. Januar 1853 hat Arago diese Abhandlung als den ersten Theil einer Arbeit unter dem Titel: Abhandlung über die Gestalt und physische Beschaffenheit der unser Sonnensystem bildenden Himmelskörper, vorgelegt. Der Bericht über die betreffende Sitzung enthält nur die folgende Notiz:

„Diese Abhandlung soll aus sechs getrennten Kapiteln bestehen, in welchen der Verfasser die beiden in dem Titel genannten Punkte für Sonne, Mond, Venus, Mars, Jupiter und Saturn untersuchen wird.

„Die heutige Mittheilung hat sich nur auf die Gestalt und physische Beschaffenheit des Mars erstreckt. Da die Ausdehnung dieses Kapitels uns nicht erlaubt, dasselbe in das Compte rendu aufzunehmen, so beschränken wir uns auf die Angabe, daß Arago darin durch Messungen, welche ihm völlig einwurfsfrei zu sein scheinen, gezeigt hat, daß Mars eine sicherlich größere Abplattung als $^1/_{30}$ besitzt.

„Der Verfasser der Abhandlung hat die verschiedenen Erklärungen discutirt und bekämpft, die man von einem so wenig mit der Attractionstheorie im Einklange stehenden Resultate gegeben hat. Aus photometrischem Gesichtspunkte hat er die weißlichen hellen Flecken von veränderlicher Größe, welche die Umdrehungspole des Planeten umgeben, untersucht. Er hat ferner, sich auf die bewährtesten

Ausdauer zu erschöpfen. Bevorzugte Geister allein vermögen mit Erfolg ihre Untersuchungen auf mehrere dieser getrennten Zweige auszudehnen. So begreift z. B. die Astronomie in ihrem weiten Gebiete verschiedene Untersuchungen, die alle auf dasselbe Ziel hinauslaufen und doch nur den Namen mit einander gemein haben. Infolge einer allgemeinen Neigung des menschlichen Geistes, infolge einer seiner Schwächen bildet sich Jeder ein, das Wesentlichste in der gemeinschaftlichen Wissenschaft ausgewählt zu haben, und rechnet alle übrigen Studien unter die Detailarbeiten, ich möchte fast sagen, unter die Ausfüllungsarbeiten.

Die wahren Gelehrten können diese Art und Weise, die zum Fortschritte unserer Kenntnisse beitragenden Untersuchungen zu betrachten, nicht genug mißbilligen. Man kann durch Arbeiten hohen Ruhm erwerben, für welche gewisse Geister eine stolze Verachtung hegen, wofern sie nur in der ausgezeichneten Richtung ausgeführt werden, die unsere Zeit den wissenschaftlichen Studien gegeben hat. Newton fürchtete mit vollem Rechte nicht sich herabzuwürdigen, als er mit der peinlichsten Sorgfalt die Farben untersuchte, welche auf den Seifenblasen glänzen, die den Kindern als Spielwerk dienen.

Doch kehren wir zur Astronomie zurück.

Diese Wissenschaft umfaßt gegenwärtig die mit den feinsten Instrumenten zur Bestimmung der absoluten Orte der Himmelskörper zu einer gegebenen Zeit ausgeführten Beobachtungen; sie erforscht ferner die Veränderungen, welche diese Orte mit der Zeit erleiden.

Principien der Wissenschaft stützend, nachgeforscht, warum die dunklen Flecken des Mars verschwinden, wenn sie sich dem Rande der Scheibe nähern, und warum in der Nähe eben dieser Ränder die Theile, welche im Centrum sehr röthlich erschienen, diese Färbung fast beständig verlieren.

„Er hat endlich gezeigt, durch welches Beobachtungsverfahren es möglich sein muß, mittelst des großen parallaktischen Fernrohrs, das Brunner bald in dem großen Thurme der Sternwarte aufstellen wird, zur Kenntniß der optischen Eigenschaften der den Mars umgebenden Atmosphäre zu gelangen."

Der berühmte Astronom hat sein Unternehmen nicht vollenden können. Man wird hinter dieser Abhandlung die Messungen und Beobachtungen finden, die er über die verschiedenen Planeten gemacht hat, wie sie aus seinen hinterlassenen Journalen haben entnommen werden können.

Ein zweiter Zweig dieser Wissenschaft hat als Ziel die Bestimmung der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper, welche das Firmament unseren Blicken darbietet, und macht dabei von allen Untersuchungsmitteln Gebrauch, welche die Fortschritte der Optik und der allgemeinen Physik nach und nach in die Hände der Astronomen gelegt haben.

Man hat sich gewöhnt, als einen dritten Theil der Astronomie denjenigen zu betrachten, der auf analytischem Wege zu bestimmen sucht, welches die Richtung und Größe der Störungen ist, die ein specieller Himmelskörper in seinem Gange von Seiten aller übrigen erfährt.

Solche, ausschließlich mittelst der Hülfsquellen der Rechnung und mathematischen Analysis ausgeführten Arbeiten haben sicherlich einen sehr hohen Werth und verdienen sehr die Bewunderung, die man ihnen allgemein zollt; folgt aber daraus, daß die Leistungen der Beobachter relativ erst in zweite Linie gestellt werden müssen, daß derjenige, der niemals seine Blicke auf den gestirnten Himmel gerichtet, der niemals sein Auge einem Fernrohre genähert hat, ausschließlich auf den Titel eines Astronomen Anspruch machen, und sich nicht mit dem mit vollem Rechte beneideten Titel eines Mathematikers begnügen dürfe? Diese Frage ist einst in der ersten Klasse des Instituts debattirt worden, und Lagrange, dessen analytische Theorieen mit so großem Erfolge auf die Lösung der schwierigsten Probleme des Weltsystems angewandt worden sind, faßte seine Ansicht in folgende Worte zusammen, die auf alle anwesenden Akademiker einen großen Eindruck machten: „Kurz gesagt, meine Herren, das Fernrohr macht den Astronomen."

Es gibt in der astronomischen Wissenschaft noch eine vierte Klasse von Mitarbeitern, die man sorgfältig von den eigentlichen Mathematikern scheiden muß. Sie besteht aus denjenigen, welche auf bereits vorgezeichneten und gebahnten Wegen etwas weiter gehen als ihre Vorgänger, und ohne selbstständig neue Wege einzuschlagen und ohne irgend Erfindungsgabe nöthig zu haben, durch Sorgfalt und Ausdauer dahin gelangen, ihre Namen an nützliche Entdeckungen auf dem Gebiete der planetarischen Störungen zu knüpfen. Zu ihnen gehörte

vor wenigen Jahren unser College Damoiseau, dessen Arbeiten über die Wiederkehr des Halley'schen Kometen, über die Tafeln der Jupitersmonde und über die Bewegungen des Mondes einen ausgezeichneten Rang in den astronomischen Jahrbüchern dieses Jahrhunderts einnehmen. Ich setze noch hinzu, daß der achtbare Akademiker in seiner redlichen Bescheidenheit seine Arbeiten nicht als hinreichend betrachtete, um ihn Anspruch auf den Titel eines Mathematikers machen zu lassen.

Wie es sich auch mit diesen Reflexionen verhalten möge, die Abhandlung, welche ich heute der Akademie vorlege, hängt, wie man sehen wird, durch verschiedene Punkte mit den beiden ersten Zweigen der beobachtenden Astronomie zusammen; sie wird ferner auf einen offenbaren Widerspruch zwischen einer Thatsache, mit der ich mich beschäftigen muß, und der Attractionstheorie hinweisen.

Zweites Kapitel.

Geschichtliche Uebersicht der über die Gestalt und physische Beschaffenheit des Mars angestellten Untersuchungen.

Im Alterthume war der einzige Zweck der astronomischen Beobachtungen die Bestimmung des Ortes der Gestirne in einem gegebenen Zeitpunkte und ihrer eigenen Bewegung. Die Planeten oder beweglichen Sterne erschienen den Astronomen als verworrene Lichtanhäufungen. Durch die Entdeckung der Fernröhre im Jahre 1609 wurden die Gestalten der Planeten angebbar, und man konnte innerhalb gewisser Grenzen beginnen, ihre physische Beschaffenheit zu erforschen. Damals entstand der zweite Zweig der beobachtenden Astronomie, der jeden Tag neue Fortschritte macht, sowohl wegen der unerwarteten Stärke, welche man den dioptrischen oder katoptrischen Fernröhren gegeben hat, als auch infolge der neuen Untersuchungsmethoden, welche die vervollkommnete Physik und Optik unaufhörlich den Astronomen liefern. Die Untersuchungen, die ich über den Planeten Mars gemacht habe, gehören hauptsächlich diesem Zweige der Wissenschaft an. Meine

Beobachtungen werden Fragen hervorrufen, die meines Erachtens für die Physik des Himmels das höchste Interesse darbieten. . . .

Vor der Entdeckung der Fernröhre war Mars den Beobachtern nur als ein röthlicher Stern erster Größe erschienen. Erst nach ihrer Entdeckung konnte man nachweisen, daß dieser Himmelskörper einen merklichen Durchmesser besaß und sein Licht von der Sonne entlehnte.

Galilei schrieb am 30. December 1610 an Pater Castelli: „Ich wage nicht zu behaupten, beim Mars Phasen beobachtet zu haben; irre ich aber nicht, so glaube ich doch zu bemerken, daß seine Scheibe nicht vollkommen rund ist.

Am 24. August 1638, erzählt Riccioli, sah Fontana in Neapel den Mars ganz deutlich in Phasengestalt (gibbosus). Für die damalige Zeit hat man diese Beobachtung für eine wahre Entdeckung zu halten; heutzutage freilich erkennt auch der ungeübteste Astronom um die Quadraturen des Planeten diese Lichtgestalt ohne Schwierigkeit, wenn ihm ein gutes Fernrohr zu Gebote steht. Sonach ist von dieser Seite der Wissenschaft vollständig Genüge geleistet.

Gehen wir jetzt zu dem über, was sich auf die physische Beschaffenheit des Gestirns bezieht.

Schon im Jahre 1636 fing man an, einen der dunklen permanenten Flecken, welche auf dem Planeten vorhanden sind, wahrzunehmen. Fontana verdanken wir diese Entdeckung; ähnliche Flecken erwähnt Pater Zucchi im Jahre 1640, und im December 1644 schrieb Pater Bartoli zu Neapel, er habe unterhalb der Mitte der Scheibe zwei dunkle Flecken wahrgenommen. Da indessen Andere, die mit guten Fernröhren versehen waren, zur Zeit ihrer Beobachtungen diese von Pater Bartoli erwähnten Flecken nicht bemerkt hatten, so fing man bereits an, zu vermuthen, daß der Planet uns nicht immer dieselbe Seite zukehre und wohl eine Rotationsbewegung haben könne. Direct wurde nun diese Umdrehungsbewegung durch Beobachtungen bestätigt, welche Dom. Cassini im Jahre 1666 zu Bologna anstellte. Dieser Astronom fand, daß eine volle Umdrehung des Mars von West nach Ost in 24 Stunden 40 Min. vollbracht wurde; eine Zahl, welche spätere Beobachtungen nur wenig modificirt haben. William Herschel gab im Jahre 1781 nicht nur eine neue

Bestimmung der Umdrehungszeit des Mars, sondern ermittelte auch die Neigung seines Aequators gegen die Ebene der Ekliptik und die Lage der Durchschnittslinie der beiden Ebenen. Ohne unehrerbietig zu erscheinen, darf man indeß annehmen, daß diese beiden Elemente neuen Prüfungen zu unterwerfen sind.

Cassini, der bereits im Jahre 1665 die Abplattung des Jupiter erkannt hatte, äußert nirgends, weder in den zu Bologna geschriebenen Abhandlungen, noch in seinen späteren zu Paris mit stärkeren Fernröhren ausgeführten Arbeiten, daß ihm jemals die Scheibe des Mars nicht vollkommen rund erschienen wäre.

Auch in den von Maraldi über diesen Planeten verfaßten Abhandlungen findet man ebenso wenig eine Abplattung erwähnt.

Die ersten Beobachtungen über die Abplattung des Mars rühren von William Herschel her und sind vom Jahre 1784. Dieser berühmte Astronom setzte die Abplattung auf $^1/_{16}$ fest. Obgleich dies Resultat aus den Beobachtungen abgeleitet war, über welche die Einzelheiten in den Philosophical Transactions verzeichnet waren, so wurde es doch nicht allgemein angenommen. Schröter, dessen Messungen viel genauer waren, als man gewöhnlich annimmt, erklärte sich gegen die Bestimmung des Astronomen in Slough, und behauptete, daß, wenn überhaupt eine Abplattung vorhanden sei, dieselbe höchstens $^1/_{80}$ betragen könne.

In einer vor Kurzem veröffentlichten Schrift berichtet Hind, daß Maskelyne sich anhaltend mit Untersuchungen, um die Abplattung des Mars zu ermitteln, beschäftigt habe; daß es ihm aber nicht gelungen sei, in dieser Beziehung irgend etwas Angebbares aufzufinden.

Später hat sich Bessel, dessen Autorität in dergleichen Fragen nicht zu bezweifeln ist, gleichfalls gegen das Vorhandensein einer Abplattung des Mars ausgesprochen, wenigstens einer solchen, die noch mit unseren heutigen Instrumenten, sogar mit seinem berühmten königsberger Heliometer meßbar wäre.

Drittes Kapitel.

Messung der Abplattung des Mars.

Eine von William Herschel angekündigte Thatsache, deren Existenz von so gewichtigen Autoritäten wie Schröter, Maskelyne und Bessel *) in Zweifel gezogen worden war, verdiente sicherlich einer neuen Prüfung unterworfen zu werden. Dies war der Grund, der mich seit dem Jahre 1811 veranlaßte, mich mit dieser Untersuchung zu beschäftigen. Ich werde jetzt die Resultate anführen.

Um nicht die Phasen in Rechnung ziehen zu müssen, sind die nachstehenden Mittelwerthe nur aus den vier oder fünf Tage vor oder nach der Opposition gemachten Beobachtungen hergeleitet worden.

Die aus meinen Untersuchungen für die Abplattung des Mars sich ergebenden Werthe sind folgende:

Datum der Opposition.	Zahl der Beobachtungstage.	Mittlerer Werth der Abplattung.
24. Mai 1811 . .	6 Beobachtungstage . . .	$1/_{36}$
31. Juli 1813 . .	6 „ . . .	$1/_{30}$
16. October 1815 .	4 „ . . .	$1/_{80}$
8. December 1817	Eine einzige Reihe von Messungen, 7 Tage nach der Opposition gemacht.	$1/_{79}$
5. Februar 1837 .	2 Beobachtungstage . . .	$1/_{100}$
18. August 1845 .	8 „ . . .	$1/_{32}$
31. October 1847 .	4 „ . . .	$1/_{29}$

Aus dieser Tabelle sieht man, daß wenn ich nur während der Oppositionen der Jahre 1815, 1817 und 1837 beobachtet hätte, ich ebenso wie Schröter, Maskelyne und Bessel **) die Abplattung des Mars unmerklich gefunden haben würde. Das unmittelbare Resultat der

*) Da ich sehe, daß Sir John Herschel in seinem Treatise on astronomie die Abplattung des Mars in keiner Weise erwähnt, halte ich mich für überzeugt, daß er selbst über das von seinem Vater gefundene Resultat Zweifel gehegt hat.

**) Vergl. die 5. Anmerkung im 4. Bd. der populären Astronomie S. 644.
Anmerk. d. d. Ausg.

Beobachtungen dürfte aber einen solchen Schluß nicht gestatten. Prüfen wir also die Reductionen, welche man an ihnen anbringen muß, um zu unangreifbaren Folgerungen zu gelangen.

Zuerst ist einleuchtend, daß die beiden gemessenen Durchmesser die eines Schnittes sind, den eine durch den Mittelpunkt des Mars gehende und auf der Verbindungslinie dieses Mittelpunkts mit dem Beobachtungsorte senkrechte Ebene in der Marskugel erzeugt. Angenommen, die Gestalt des Mars sei ein Umdrehungsellipsoid, so werden die von der Erde aus gemachten Messungen die beiden Axendurchmesser nur in dem Falle geben, wo beide Enden der kleinen Axe (die Umdrehungspole) von der Erde aus sichtbar sind, d. h. wenn sie zwei diametral entgegengesetzte Punkte auf dem Umfange des von der zuvor genannten Ebene gebildeten Schnittes bilden. In jeder anderen Lage muß die gemessene Abplattung geringer sein als die wirkliche; und wenn die Umdrehungsaxe des Planeten mit einer auf der Ebene der Ekliptik senkrechten Linie einen sehr merklichen Winkel macht, so kann der Unterschied zwischen der wirklichen und der gemessenen Abplattung beträchtlich werden. Allerdings würde man, wenn die Lage der Umdrehungsaxe oder die Neigung des Aequators des Planeten gegen die Ebene der Ekliptik, und die Lage der Durchschnittslinie dieser beiden Ebenen bekannt wäre, innerhalb gewisser Grenzen die wahre Abplattung aus der beobachteten herleiten können; indeß wird diese Rechnung nur ausführbar sein, wenn die Lage der Umdrehungsaxe des Planeten Mars von Neuem mit großer Genauigkeit bestimmt worden ist.

Gehen wir nun zu der Prüfung der Unsicherheiten über, welche in den Beobachtungen selbst ihren Ursprung haben können. In der Nähe der Umdrehungspole des Mars gibt es weiße Flecken, von denen ich sogleich reden werde, und die ohne Zweifel infolge einer Irradiationswirkung über den allgemeinen Umfang des Planeten etwas hervorzuragen scheinen. Dieser Umstand wird dahin streben, den Winkelwerth der kleinen Axe zur Zeit der Opposition ein wenig zu vergrößern. Im Augenblicke seines Durchganges durch den Meridian ist die kleine Axe des Mars fast vertical; die Dispersion der Atmosphäre, womit die Astronomen sich mit Unrecht so wenig beschäftigt haben, (ich meine

die ungleiche Brechung, welche die verschiedenfarbigen Strahlen, aus denen das weiße Licht besteht, erleiden) muß ebenfalls den verticalen Durchmesser zu vergrößern streben. Kurz, Alles vereinigt sich, um uns die Abplattung kleiner erscheinen zu lassen, als sie in Wirklichkeit ist. Es ist also gestattet, aus der vorstehenden Tabelle den Schluß zu ziehen, daß die Abplattung des Mars nicht nur merklich ist, sondern daß sie $^1/_{30}$ übersteigt.

Wendet man zur Bestimmung der Abplattung des Mars die Theorie an, welche, als es sich um den Jupiter handelte, ein mit der Beobachtung so gut übereinstimmendes Resultat gegeben hatte, so findet man für jene Abplattung ungefähr $^1/_{230}$. Um das Resultat der Rechnung mit der Beobachtung in Einklang zu bringen, würde man die Masse des Mars acht Mal kleiner als die bis jetzt benutzte annehmen müssen, was nicht zulässig erscheint. Hier liegt also ein wirklicher Widerspruch zwischen der Theorie und der Beobachtung vor; es wird zweckmäßig sein, zu untersuchen, ob irgend eine besondere Annahme über die innere Beschaffenheit des Planeten diese Anomalie wird zum Verschwinden bringen können, oder ob man zu analogen Betrachtungen wie die, welche Hennessy in einem der letzten Bände der Philosophical Transactions zu entwickeln begonnen hat, seine Zuflucht wird nehmen müssen.

Als ich mich einst gegen Laplace über den angeführten Widerspruch äußerte, antwortete er mir, daß seiner Ansicht nach „locale Umwälzungen, ähnlich denen, deren Wirkungen man in verschiedenen Theilen der Erde, besonders in den Gegenden am Aequator, sieht, auf die Gestalt eines kleinen Planeten einen größeren Einfluß haben müßten, als auf die des Jupiter und unserer Erde." Diese Ansicht des berühmten Verfassers der Mécanique céleste unterliegt aber ernstlichen Bedenken. Die Gestalt des Mars ist sehr regelmäßig; nördlich und südlich vom Aequator des Planeten erscheint Alles ähnlich, und die Durchmesser, die ich speciell unter 45° Breite gemessen habe, ergaben eine intermediäre Länge zwischen dem Aequatoreal- und Polardurchmesser, gerade wie es eine elliptische Gestalt erfordern würde.

Seitdem die obigen Messungen ausgeführt und das mittlere

Resultat in die Exposition du système du monde *) aufgenommen war, hat Airy, Director der greenwicher Sternwarte sich mit derselben Untersuchung beschäftigt; ich finde nämlich in dem von dem königlichen Astronomen dem Board of visitors erstatteten Berichte vom 5. Juni 1852 die folgende Stelle: „Die mittelst eines Mikrometers mit doppelten Bildern gemachten Beobachtungen geben für Mars eine Ellipticität von ungefähr $^1/_{50}$; diese Abplattung ist fast identisch mit derjenigen, welche man früher gefunden hatte.“

Der Mangel an Uebereinstimmung tritt hier zwar weniger entschieden hervor, als zwischen William Herschel's und meinen oben angeführten Beobachtungen, bleibt aber nicht minder schwierig zu erklären. Hiernach mußte ich mich wundern, in einem neuen Werke, den Leçons de cosmographie von Faye, das für die Jugend unserer Schulen bestimmt ist, die folgende Stelle anzutreffen: „Die Abplattung des Mars ist unmerklich.“ Indem der Verfasser sich so ausdrückte, setzte er das von William Herschel erhaltene, das aus meinen Untersuchungen sich ergebende und bereits in die Exposition du système du monde aufgenommene, so wie das von Airy gefundene Resultat bei Seite; ja er reducirt seine eigenen Beobachtungen auf Nichts. Als ich mich nämlich im Jahre 1845 versichern wollte, daß in den Messungen, die ich seit langer Zeit an dem Durchmesser des Mars gemacht hatte, kein persönlicher Fehler der Einstellung vorhanden wäre, lud ich alle jungen Astronomen der Sternwarte, die Herren Laugier, Eugen Bouvard, Goujon und Faye ein, sich mit mir zur Wiederholung meiner Beobachtungen zu vereinigen. Der Letztere fand nun nicht blos, daß der Planet abgeplattet sei, sondern das numerische Resultat, zu dem er gelangte, übertraf die von seinen Collegen erhaltene Abplattung. So z. B. erhielt Herr Faye am 17. August 1845 $^1/_{22}$, während ich $^1/_{34}$ und E. Bouvard $^1/_{31}$ fand. Ich überlasse es Herrn Faye, wenn er es vermag, seine Behauptung mit seinem Resultate zu vereinigen; wenn

*) 1. Buch 6. Kapitel sagt Laplace: „Der Durchmesser des Mars ist etwas kleiner in der Richtung seiner Pole als in der seines Aequators. Nach Arago's Messungen stehen die beiden Durchmesser im Verhältniß von 189 zu 194.“

ich mich selbst mit dieser Sorge befaßte, so würde ich fürchten als einzige Erklärung Gründe zu finden, die nichts Astronomisches haben. Um indeß zu verhüten, daß diejenigen, welche versucht sein könnten eine solche Nachforschung anzustellen, nicht irre gehen, will ich anführen, daß das benutzte Instrument, als es zur Messung einer vollkommen kreisförmigen terrestrischen Mire diente, die genau auf dem Gesichtsstrahle von ihrer Mitte nach dem Objective des von unserem berühmten Künstler Brunner ausgeführten Fernrohrs senkrecht stand, keine Spur von Abplattung zeigte.

Viertes Kapitel.

Physische Beschaffenheit des Mars.

Bei Anstellung der Beobachtungen, über die ich so eben lange gesprochen habe, vergaß ich nicht, innerhalb der beschränkten vergrößernden Kraft meines Fernrohrs den folgenden, sich auf die physische Beschaffenheit des Planeten beziehenden Umständen eine sorgfältige Aufmerksamkeit zu widmen.

Bei den Hebräern hieß Mars der B r e n n e n d e. Wenn Griechen und Römer einen rothen Stern bezeichnen wollten, wählten sie zur Vergleichung Mars. Auch heutzutage ist Mars derjenige Stern, der von allen Sternen am Himmel am meisten röthlich erscheint. So haben also zwei bis drei Jahrtausende die eigenthümliche Farbe des Lichtes nicht verändert, das Mars reflectirt, und das von der Beschaffenheit der Materie, woraus gewisse Regionen dieses Planeten gebildet sind, herzurühren scheint. Unter den Astronomen, Physikern und Geologen haben bei dieser Gelegenheit einige an ockerhaltiges Erdreich, an rothen Sandstein und dergleichen Substanzen gedacht, welche das Sonnenlicht mit der bezeichneten Farbe würden reflectiren können. Lambert nahm zur Erklärung dieser Erscheinug an, die gesammte Vegetation auf dem Mars sei röthlich gefärbt. Andere dagegen waren der Ansicht, die Farbe des Mars werde durch die Modification hervorgerufen, welche das Sonnenlicht beim Durchgange durch

die den Planeten umgebende Atmosphäre erleidet, und dachten dabei an den Umstand, daß bei uns zuweilen die auf- oder untergehende Sonne über alle Gegenstände einen röthlichen Schimmer verbreitet. Aber diese Erklärungsweise ist unzulässig; denn wäre sie die richtige, so müßte die Färbung an den Rändern und in den Polargegenden am intensivsten sein, während die Beobachtung gerade das Gegentheil ergibt. So groß ist in dieser Beziehung der von den verschiedenen Theilen der Scheibe des Planeten dargebotene Unterschied, daß man ohne zu starke Uebertreibung hat sagen können, daß der centrale röthliche Theil des Mars von zwei verhältnißmäßig weißen Menisken eingehüllt erscheine. Man sieht, daß wenn wir, um über die Farben des Planeten Auskunft geben zu können, die Voraussetzungen der Geologen oder Lambert's Ansicht annehmen, uns zu erklären übrig bleibt, warum das Roth eines Stückes Materie, das die Mitte der Scheibe einnimmt, in dem Maaße schwächer wird, als sich dasselbe durch die Umdrehungsbewegung des Gestirnes dem Rande nähert.

Man hat zu bemerken geglaubt, daß die rothe Farbe des Mars dem bloßen Auge viel intensiver erscheine, als wenn man sie im Fernrohre betrachtet. Gesetzt die Thatsache wäre richtig, so sehe ich nicht, welche Folgerung man daraus würde ziehen können. Wenn man mit bloßem Auge beobachtet, so vermengt sich das von allen Punkten des Planeten, vom Mittelpunkte wie vom Rande ausgehende Licht auf der Netzhaut in ein ungeformtes Bild, das farbig erscheinen muß, sobald in der Gesammtheit aller ins Auge dringenden Strahlen mehr rothe Strahlen vorhanden sind, als zum weißen Lichte gehören. Wenn man mit einem stark vergrößernden Fernrohre beobachtet, so unterscheidet man getrennt die sehr röthlichen centralen Regionen und die verhältnißmäßig weißen in der Nähe des Randes. Die genannten Theile bilden sich auf verschiedenen Punkten der Netzhaut ab, und ich sehe nicht, von welchem optischen Principe man ausgehen sollte, um die Behauptung zu wagen, daß in diesem, von dem ersten sehr verschiedenen Falle der allgemeine Eindruck in Bezug auf die Farbe derselbe sein müßte.

Mehrere der beständigen dunklen Flecken, mittelst deren man die Rotationsbewegung des Planeten bestimmt hat, erscheinen bisweilen

grünlich. Dies ist sicherlich ein Contrastphänomen; seine vollständige Erklärung würde aber die Zuziehung mehrerer photometrischer Principien erfordern, deren Erläuterung uns hier zu weit führen dürfte.

Ein anderes noch merkwürdigeres Phänomen ist das Verschwinden eben dieser dunklen Flecken, wenn sie sich dem Rande nähern. Dieses Verschwinden, sagen diejenigen, welche es erwähnt haben, beweist, daß um den Mars eine merkliche Atmosphäre existirt, welche die von den Rändern des Planeten ausgehenden Strahlen vorzugsweise schwächt. Diese Atmosphäre scheint in der That die Ursache des Verschwindens der dunklen Flecken, jedoch nicht aus dem allgemein angegebenen Grunde, zu sein.

Eine Atmosphäre, wie unvollkommen durchsichtig man sie auch annehmen möge, würde das von den dunklen Regionen des Planeten und das von den umliegenden Theilen ausgehende Licht in der Mitte, am Rande und in den dazwischen liegenden Theilen in demselben Verhältnisse schwächen. Die dunkeln Flecken würden also am Rande, wie auf allen übrigen Theilen der Scheibe sichtbar sein müssen; denn von dem geometrischen Verhältnisse des von ihnen ausgehenden Lichtes zu dem Lichte der umliegenden Regionen hängt die Verschiedenheit derselben ab. Setzen wir an die Stelle der fehlerhaften Theorie eine mit dem Principien der Photometrie besser im Einklange stehende Erklärung.

Wir können es als eine beobachtete Thatsache betrachten, daß wenn das Sonnenlicht frei den materiellen und festen Theil eines Planeten erleuchtet, von fern gesehen, Rand und Mittelpunkt der scheinbaren Scheibe nahezu dieselbe Helligkeit haben müssen. Dies ist eine Thatsache, die sich durch Beobachtung des Vollmondes constatiren läßt. Aber diese gleich helle Beleuchtung fällt natürlich sofort hinweg, wenn diejenigen Strahlen, welche Rand und Mittelpunkt des Gestirns erleuchten, nicht von derselben Helligkeit sind.

Denn falls die Sonnenstrahlen, welche die Ränder des Gestirnes erleuchten, mehr geschwächt sind, als diejenigen, welche auf den Mittelpunkt fallen, so werden die Ränder offenbar weniger hell, als der Mittelpunkt erscheinen. Ist nun Mars mit einer unvollkommenen durchsichtigen Atmosphäre umgeben, so werden diejenigen

Strahlen, welche den Rand des Planeten treffen, jedenfalls schwächer sein, als die auf die Mitte auffallenden, weil sie einen längeren Weg durch die Schichten der Atmosphäre zurückzulegen haben. Schon aus diesem Grunde allein, selbst abgesehen von der Schwächung, welche das Licht erleidet, indem es ein zweites Mal die eben erwähnten atmosphärischen Schichten durchläuft, muß der feste Theil der dem Rande benachbarten Gegenden dunkler erscheinen, als der feste Theil der mittleren Regionen.

Außerdem ist noch eine zweite Ursache vorhanden, welche die optischen Folgerungen des Resultats beträchtlich modificirt. In der Richtung nach jedem materiellen Punkte des Planeten muß man nämlich gleichzeitig dasjenige Licht wahrnehmen, welches von diesem Punkte zurückgeworfen wird, und dasjenige, welches in derselben Richtung die entsprechenden, dazwischenliegenden Punkte der Planetenatmosphäre reflectiren. Dieses zweite Licht ist offenbar um so intensiver, je höher die Atmosphäre selbst ist; und somit ist einleuchtend, daß in der Nähe des Randes das atmosphärische Licht, indem es zu gleichen Theilen zu dem Lichte eines Fleckens und zu dem der benachbarten, helleren Regionen hinzutritt, diese nahezu als gleich hell erscheinen läßt. Es geschieht dies nach dem Grundsatze, daß zwei Lichter gleich hell erscheinen, sobald der Unterschied nicht mehr als ungefähr $^1/_{60}$ beträgt.

Machen wir beispielsweise die Voraussetzung, ein gewisser Flecken und die ihm benachbarte Gegend ständen ihrer Lichthelligkeit nach zu einander im Verhältniß der Zahlen 30 und 31. Angenommen nun, es komme nahe am Rande zu jeder dieser Intensitäten eine durch 30 ausgedrückte Lichtmenge hinzu; so werden die Helligkeiten schließlich durch 60 und 61 ausgedrückt werden. Während der Flecken sich vorher von den umliegenden Gegenden in Helligkeit sehr unterschied, wird dieser Unterschied jetzt unmerklich werden, weil er von $^1/_{30}$ auf $^1/_{60}$ reducirt worden ist.

Ganz analoge Betrachtungen führen, in Verbindung mit gewissen photometrischen Messungen der dunkeln Stellen sowohl, als der helleren Partieen in der Mitte und in verschiedenen Abständen vom Rande, zu Folgerungen über die optischen Beschaffenheiten der Marsatmosphäre, von denen man hätte glauben sollen, sie würden

uns stets verborgen bleiben. Derartige Messungen können aber nur mit einem großen parallaktisch aufgestellten und durch eine Uhr in Bewegung gesetzten Fernrohre ausgeführt werden. Um in dieser Beziehung in größere Details einzugehen, werden wir daher warten, bis Brunner den prächtigen Fuß, mit dem er gegenwärtig beschäftigt ist, auf dem Observatorium aufgestellt haben wird. Für den Augenblick begnüge ich mich mit der Bemerkung, daß dieselben optischen Betrachtungen, welche gedient haben, um von dem Verschwinden der Flecken in der Nähe des Randes Rechenschaft zu geben, auch zur Erklärung dienen werden, warum in der Nähe eben dieses Randes die rothe Farbe merklich weniger intensiv ist als im Centrum.

Um die Rotationspole des Mars hat man zwei weiße Flecken wahrgenommen, die auf eine sehr merkwürdige Weise an Größe wachsen und abnehmen. Der südliche Flecken verliert während des Frühjahrs und Sommers der südlichen Halbkugel des Planeten allmälich an Ausdehnung, und wächst während der beiden folgenden Jahreszeiten. Analoge Phänomene zeigen sich am Nordpole, weshalb man mit großer Wahrscheinlichkeit das Wachsen und Abnehmen in der Größe der fraglichen Flecken dem Niederschlage und dem Schmelzen einer weißlichen unserem Schnee ähnlichen Masse zuschreiben kann.

Meiner Ansicht nach dürfte es, sei es um die Erklärung wahrscheinlicher zu machen oder um sie zurückzuweisen, Interesse haben, die Lichtintensität der weißlichen Polarflecken im Verhältniß zu dem umliegenden, von der weißlichen Materie nicht bedeckten Theile zu ermitteln. Nun, wenn ich die Ränder der beiden Bilder in den Aequatorealgegenden übereinanderfallen ließ, so fand ich, daß das aus ihrem Uebereinanderfallen hervorgehende Segment ein klein wenig minder hell war, als der gleichzeitig in jedem der getrennten Bilder gesehene Polarflecken. Zu den bisherigen Kenntnissen läßt sich also die neue Angabe hinzufügen, daß das Licht, welches von der die Polarflecken bildenden Materie reflectirt wird, an Intensität mehr als doppelt so stark ist als dasjenige, welches von den übrigen Punkten des Umfanges des Gestirns zu uns gelangt. Die von mir über die Winkelausdehnung der Polarflecken angestellten Messungen werden zu bestimmen erlauben, bis auf welche Breite sie sich bisweilen erstrecken,

wenn es möglich sein wird, für alle Oppositionen die Lage der Rotationspole in Bezug auf den Umfang des Planeten zu bestimmen. Für jetzt können wir behaupten, daß die weißliche Materie des Polarfleckens bis zum 60. und selbst 50. Grade der Breite reicht.

Die zuvor erwähnten Beobachtungen sind mit einem Rochon'schen Prismenfernrohre angestellt worden, das jener scharfsinnige Akademiker eigenhändig construirt hatte. Ich hoffe, man wird anerkennen, daß ich von diesem Instrumente den größtmöglichen Vortheil gezogen habe. Uebrigens unterwerfe ich mich im Voraus und ohne Vorbehalt dem Urtheile, das die beobachtenden Astronomen in dieser Beziehung aussprechen werden. Weniger nachgiebig werde ich in Betreff meiner jungen Mitarbeiter sein; die Zweifel, welche man gegen ihren Eifer und ihre Genauigkeit zu erheben versucht, würden verdrießlichere Folgen haben und in mehreren Beziehungen ihre Zukunft gefährden können. Um zu verhüten, daß in dieser Hinsicht die gelehrten Körperschaften und selbst die Behörden fehlgreifen, will ich hier mehrere einem berühmten Rechner *) entlehnte Stellen folgen lassen, welche die hohe Achtung bezeugen werden, die er einst den auf der pariser Sternwarte gemachten Beobachtungen zollte. Die neuern Arbeiten, dessen bin ich sicher, werden der Lobsprüche aller leidenschaftslosen Astronomen nicht weniger würdig sein.

Versucht man jetzt, den Eifer der pariser Astronomen in Zweifel zu ziehen, so ist hier meine Antwort, die ich aus einer über den Umlauf des Mercur von einem gelehrten Akademiker ausgeführten Arbeit entnehme:

„Die Meridianbeobachtungen dieses Planeten sind seit vierzig Jahren vervielfältigt worden; und durch den Eifer, die Ausdauer und die Geschicklichkeit ihrer Astronomen besitzt die pariser Sternwarte mehr davon als irgend eine andere in Europa. In den letzten Jahren, von 1836 bis 1842, sind zweihundert vollständige Beobachtungen des Mercur ausgeführt worden: eine ungeheure Zahl, wenn man an die Schwierigkeit denkt, die es hat, diesen Planeten in unsern Klimaten

---

*) Leverrier. Anmerk. d. d. Ausg.

zu sehen, und die es nöthig machen, sorgfältig jede Gelegenheit dazu zu ergreifen.

„Auch ist es nicht zweifelhaft, daß man kaum halb so viel auf den übrigen Sternwarten Europas finden würde, obwohl ich übrigens gern ihren gerechten Ruf anerkenne." (Théorie du mouvement de Mercure, 1845.)

Handelt es sich um Genauigkeit, so spricht sich derselbe Verfasser folgendermaßen aus:

„In Bezug auf Genauigkeit gebührt der Vorzug noch Frankreich, und zwar um Vieles. Die Discussion zahlreicher Sonnenbeobachtungen hat mir gezeigt, daß der mittlere Fehler jeder derselben auf der pariser Sternwarte nicht $^1/_{17}$ Secunde in Zeit übersteigt. *) Es ist ein bewundernswürdiges Resultat der Vollkommenheit der Beobachtungen, auf das man um so mehr Recht hat stolz zu sein, als es leicht sein würde, irgend einen andern Ort namhaft zu machen, wo man mit ebensoviel Eifer und Geschicklichkeit beobachtet, und wo dennoch der begangene Fehler fast doppelt so groß ist." (Journal de mathématiques pures, 1843.)

Wünschte man den Antheil zu wissen, welchen derselbe Rechner für gut hielt, damals dem Director der Anstalt zuzuweisen, so würde ich folgende Stelle wörtlich anführen:

„Der wissenschaftlichen Liberalität des gelehrten Directors unserer Sternwarte, Herrn Arago, verdanke ich es, daß ich aus seinen kostbaren, noch nicht veröffentlichten Sammlungen habe schöpfen können. Ich habe alle meine Kräfte angestrengt, um die Genauigkeit meiner Theorie nicht hinter der Genauigkeit der mir anvertrauten Beobachtungen zurückbleiben zu lassen."

Endlich erhält selbst der Künstler, dem wir unsern ersten Mauerkreis verdanken, seinen gerechten Antheil Lob in der bedeutungsvollen Phrase: „Die Genauigkeit des Fortin'schen Kreises ist bekannt."

Nach diesen Anführungen wird man sich ohne Zweifel fragen, wie das, was des Lobes so würdig schien, seitdem Gegenstand so großen Tadels geworden ist? Es würde für mich nicht passen, die Lösung

*) Ich meinerseits gestehe, daß ich eine solche Genauigkeit nicht erwartet hatte.

dieser Frage zu suchen; doch muß ich für diejenigen, für welche eine solche Nachforschung Interesse haben könnte, bemerken, daß der Verfasser der vorstehenden Stellen noch nach seinem Eintritte in die Akademie eine sehr günstige Meinung von den auf der pariser Sternwarte ausgeführten Arbeiten behalten hat; wofür folgende Worte als Beleg dienen:

„Von 1835 bis 1845 habe ich die neue, noch unveröffentlichte Reihe der ausgezeichneten in Paris gemachten Uranusbeobachtungen benutzen können, welche Arago so freundlich war mir anzuvertrauen." (Comptes rendus, Bd. 22, S. 910.)

Fünftes Kapitel.

Messungen der Durchmesser des Mars mit dem Rochon'schen Prismenfernrohre.

[Die Messungen, die hier folgen, sind aus drei von Arago hinterlassenen Tagebüchern entnommen.

Die unmittelbaren Resultate der Beobachtungen sind wegen des Fehlers des Nullpunktes der Skale an dem angewandten, von Rochon selbst construirten Prismenfernrohre corrigirt worden.

Um den Nullpunkt der Theilung zu bestimmen, hat Arago in den Jahren 1810 und 1811 nach verschieden gelegenen Objecten visirt. Folgendes ist eine Zusammenstellung von diesen Beobachtungen:

Beobachtungsreihen, die sich auf die Bestimmung des Nullpunktes der Theilung beziehen.

30. Mai 1810. Mittleres Ocular. Stange auf dem Thurme von Villejuif. Mittel aus 10 Beobachtungen = 84,90.

29. Juni 1810. Stange eines der Pavillons auf dem Schlosse Bicêtre. Ungünstige Umstände. Mittel aus 7 Beobachtungen = 74,14.

29. Juni 1810. Mittlere Vergrößerung. Sehr dünne Schnur des Telegraphen von Saint-Sulpice. Mittel aus 8 Beobachtungen = 80,55.

29. Juni 1810. Mittlere Vergrößerung. Stange des Telegraphenarms von Saint-Sulpice. Mittel aus 8 Beobachtungen = 80,75.

17. Juli 1810. Starke Vergrößerung. Eine Stange, die den Pavillon überragt, den man im Westen und jenseits des Schlosses Bicêtre bemerkt. Mittel aus 4 Beobachtungen = 83,50.

18. Juli 1810. Mittlere Vergrößerung. Stange der Wetterfahne auf dem Schlosse Bicêtre. Mittel aus 10 Beobachtungen = 81,27.

28. September 1810. Stange des Thurmes von Villejuif. Mittel aus 10 Beobachtungen = 86,11.

7. November 1810. Jupiterstrabanten. Da es sehr schwierig ist, den Punkt des Uebereinanderfallens zweier Objecte genau zu bezeichnen, so habe ich den Nullpunkt durch eine Gleichheit in den Abständen zu bestimmen gesucht. Die erste der untenstehenden Verticalreihen enthält die Zahlen, die der Index anzeigte, während die beiden Bilder des Satelliten getrennt waren; die zweite Verticalreihe enthält die Zahlen der Skale, welche einem gleichen Abstande, aber auf der andern Seite des Nullpunktes, entsprachen. Die dritte Reihe gibt die Mittel aus den beiden Zahlen, oder den Nullpunkt:

135	36	85,0
130	35	82,5
134	35	84,5
140	35	87,5
130	36	83,0
	Mittel	84,5

24. December 1811. Starke Vergrößerung. Stange des Blitzableiters des Luxembourg, die über dem großen Eingange der Rue de Tournon steht. Mittel aus 8 Beobachtungen = 79,50.

An demselben Tage. Schwache Vergrößerung. Dasselbe Object. Mittel aus 9 Beobachtungen = 80,06.

An demselben Tage. Dasselbe Object. Mittlere Vergrößerung. Ich suche den Nullpunkt zu bestimmen, indem ich die Bilder auf beiden Seiten von diesem Punkte entferne. Die conische Form des Blitzableiters erleichtert diese Beobachtungen sehr:

		Mittel oder Nullpunkt.
60	103	81,5
60	100	80,0
47	113	80,0
36	122	79,0
38	122	80,0
36	123	79,5
36	123	80,0
	Mittel	80,0

Juli bis October 1812. Als ich Figuren aus Pappe, Streifen und Kreise, an dem westlichsten Fenster des Luxembourg angebracht hatte, erhielt ich die folgenden Resultate:

Die um 199^{mm} von einander abstehenden oberen Streifen haben durch 18 Versuchsreihen gegeben 477,48
Die um 403^{mm} von einander entfernten äußersten Streifen haben durch 4 Doppelreihen gegeben 887,42

Es geht hieraus hervor, daß ohne Irradiation und unabhängig vom Nullpunkte 204^{mm} entsprechen 409,94

Nun aber hat man

$$204^{mm} : 199^{mm} = 409{,}94 : x = 399{,}89$$
$$477{,}48$$
Daher der Nullpunkt = 77,59

Die um 204^{mm} von einander entfernten unteren Streifen haben durch 18 Reihen gegeben 489,08
Die äußersten Streifen entsprechen 887,42
Daraus geht hervor, daß 199^{mm} zum Werth haben . . 398,34

Nun hat man aber

$$199^{mm} : 204^{mm} = 398{,}34 : x = 408{,}34$$
$$489{,}08$$
Der Nullpunkt entspricht . . . 80,74

Die weißen Streifen sind 46^{mm} breit und haben, unmittelbar gemessen, durch 8 Beobachtungsreihen gegeben . . . 168,27

Man hat aber

$$204^{mm} : 46^{mm} = 409{,}94 : x = \;.\;.\;.\;.\;.\; 92{,}42$$
Daher entspricht der Nullpunkt der Theilung 75,85

Der weiße Kreis von 411^{mm} Durchmesser entspricht . . 904,70
Die um 204^{mm} von einander abstehenden unteren Streifen haben gegeben 489,08
Hieraus folgt, daß 207^{mm} entsprechen 415,62

Man hat nun aber

$$207^{mm} : 46^{mm} = 415{,}62 : x = \;.\;.\;.\;.\;.\; 92{,}36$$
Die unmittelbar gemessenen Streifen haben gegeben 168,27
Der Nullpunkt entspricht also 75,91

Der weiße Kreis von 411^{mm} hat gegeben 904,70
Die oberen um 199^{mm} entfernten Streifen 477,48
Es folgt hieraus, daß 212^{mm} entsprechen 427,22

Nun hat man

$212^{mm} : 427{,}22 = 46^{mm} : x =$ 92,69

168,27

Der Anfang der Theilung liegt auf . . 75,58

Die durch innere und äußere Berührung gemessenen Streifen sind nach dem Mittel aus 4 Reihen gefunden worden gleich 90,35

Die directe Messung hat gegeben 168,27

Es folgt daraus, daß Null entspricht 77,92

Der mittlere Streifen von $121{,}5^{mm}$ Länge hat durch 5 Reihen gegeben 324,75

Aber für 46^{mm} hat man 168,27

Daher geben $75{,}5^{mm}$ 156,48

Nun aber hat man

$75{,}5^{mm} : 46^{mm} = 156{,}48 : x =$ 95,34

168,27

Der Nullpunkt entspricht daher 72,93

Der obere Streifen von $117{,}5^{mm}$ hat durch 5 Reihen gegeben 316,28

Wenn man für 46^{mm} 168,27

abzieht, so erhält man für $71{,}5^{mm}$ 148,01

Nun aber hat man

$71{,}5^{mm} : 46^{mm} = 148{,}01 : x =$ 95,22

168,27

Der Nullpunkt entspricht 73,05

Der untere Streifen von 115^{mm} hat in 5 Reihen gegeben 311,98

Zieht man für 46^{mm} 168,27

ab, so erhält man für 69^{mm} 143,71

Nun aber hat man

$69^{mm} : 46^{mm} = 143{,}71 : x =$ 95,81

168,27

Der Nullpunkt entspricht 72,46

Das allgemeine Mittel dieser 9 Bestimmungen ist 75,78.

Da die Focaldistanz des Prismenfernrohrs 2,350 Meter, und die Entfernung der Südseite des Luxembourg von dem westlichen Thurme des Observatoriums 1306,9 Meter beträgt, so folgt daraus, daß die Focal-

distanz für die Miren 2,35506 Meter ist. Außerdem hat man gefunden, daß 1 Millimeter 1,77315 Skalentheilen gleich ist. Daraus folgt. daß die Focaldistanz des Fernrohrs um 5,06^{mm} oder 8,97 Skalentheile länger ist, wenn man nach der Façade des Luxembourg, als wenn man nach den Sternen visirt.

Daher ist

der Nullpunkt für die Distanz des Luxembourg = 75,78
8,97
der Nullpunkt für Objecte am Himmel = . . . 84,75

Die Resultate der aus Arago's Beobachtungsregistern entnommenen directen Messungen der Marsdurchmesser sind mit dieser Zahl corrigirt in die folgende Tabelle aufgenommen worden.

Alle mit dem Prismenfernrohre ausgeführten und in die Register aufgenommenen Beobachtungsreihen bestehen aus drei Columnen, von denen die eine, die in der Mitte, der Berührung der beiden Scheiben entspricht, während die beiden anderen die Punkte bezeichnen, wo sie getrennt sind und wo sie ineinander eingreifen. Es folgen hier die Mittel aus den Zahlen der mittleren, 5 bis 15 Messungen enthaltenden Columne; die einzelnen Werthe differiren untereinander immer um weniger als 10 Skalentheile.]

Zusammenstellung von Arago's Messungen der Marsdurchmesser, ausgedrückt in Skalentheilen des Rochon'schen Prismenfernrohrs.

1811, 21. Mai. Moment des Meridiandurchgangs des Mars. Der Planet ist verwaschen und undulirend, besonders in verticaler Richtung. Horizontaler Durchmesser 252,12; verticaler Durchmesser 243,25; Abplattung $^1/_{28}$. Beobachtungen von Arago.

22. Mai, 11^h 15^m wahrer Zeit. Mars ist undulirend und schlecht begrenzt. Der Himmel scheint ziemlich rein, aber die Sterne funkeln sehr. Horizontaler Durchmesser 252,00; verticaler Durchmesser 242,75; Abplattung $^1/_{27}$.

23. Mai, 11^h 45^m wahrer Zeit. Mars ist undulirend und verwaschen. Horizontaler Durchmesser 248,05; verticaler Durchmesser 241,87; Abplattung $^1/_{40}$. Beobachtungen von Arago.

24. Mai, von 11^h 45^m bis 12^h 45^m wahrer Zeit. Mars wird gegen 1^h so verwaschen, daß man die Beobachtungen unterbrechen muß.

Horizontaler Durchmesser 248,58; verticaler Durchmesser 243,92; Abplattung $^1/_{53}$. Durchmesser nach 45° links 245,60; Durchmesser nach 45° rechts 241,25. Beobachtungen von Arago.

28. Mai, von 11^h 30^m bis 12^h 15^m wahrer Zeit. Mars ist nach der verticalen Richtung sehr undulirend und nach beiden Richtungen sehr verwaschen. Horizontaler Durchmesser 251,41; verticaler Durchmesser 243,25; Abplattung $^1/_{30}$. Beobachtungen von Arago.

29. Mai, 11^h 45^m, Augenblick des Meridiandurchganges des Mars. Der Planet ist glänzend und wohl begrenzt, aber er wird schwach, weil ihn die Dünste erreichen. Horizontaler Durchmesser 248,25; verticaler Durchmesser 244,75; Abplattung $^1/_{70}$. Beobachtungen von Arago.

2. Juni, 11^h 30^m wahrer Zeit. Die starken Undulationen des Planeten gestatten keine lange Fortsetzung der Beobachtungen. Horizontaler Durchmesser 244,32. Beobachtungen von Arago.

10. Juni, 10^h 45^m wahrer Zeit. Polardurchmesser 241,25; Aequatorealdurchmesser 240,95. Der Planet ist in diesem letztern Sinne ausgeschnitten. Beobachtungen von Arago.

1813. Nacht vom 5. zum 6. Juli, von 1^h 30^m bis 1^h 45^m. Der Planet ist undulirend und verwaschen. Horizontaler Durchmesser 278,25; verticaler Durchmesser 277,00; Abplattung $^1/_{222}$. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 7. zum 8. Juli, von 12^h 45^m bis 1^h. Mars ist ein wenig verschleiert und verwaschen. Horizontaler Durchmesser 282,00; verticaler Durchmesser 280,42; Abplattung $^1/_{177}$. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 12. zum 13. Juli, von 12^h bis 12^h 45^m. Mars ist ein wenig verwaschen und seine Ränder unduliren in geringem Maaße. Horizontaler Durchmesser 296,92; verticaler Durchmesser 294,83; Abplattung $^1/_{142}$. Beobachtungen von Arago.

16. Juli, von 10^h 50^m bis 12^h 15^m. Der Himmel ist verschleiert und Mars ein wenig verwaschen. Aequatorealdurchmesser 302,12; Polardurchmesser 299,57; Abplattung $^1/_{118}$. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 21. zum 22. Juli, von 12^h bis 12^h 30^m. Mars ist ziemlich gut zu sehen. Aequatorealdurchmesser 313,81; Polardurchmesser 306,36; Abplattung $^1/_{30}$. Beobachtungen von Arago.

27. Juli, von 11^h 45^m bis 12^h. Die Ränder des Planeten unduliren stark. Aequatorealdurchmesser 317,93; Polardurchmesser 310,54; Abplattung $^1/_{43}$. Beobachtungen von Arago.

28. Juli, von 11^h 55^m bis 12^h 15^m. Mars ist ein wenig verwaschen. Aequatorealdurchmesser 320,48; Polardurchmesser 308,95; Abplattung $^1/_{28}$.

29. Juli, $11^h 55^m$. Mars ist undulirend und verwaschen und die Beobachtungen sind wenig sicher. Aequatorealdurchmesser 325,75. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 31. Juli zum 1. August, von $12^h 30^m$ bis 1^h. Der Planet ist gut zu sehen. Aequatorealdurchmesser 322,89; Polardurchmesser 312,33; Abplattung $^1/_{30}$. Beobachtungen von Arago.

In derselben Nacht, von $1^h 15^m$ bis $1^h 40^m$. Mars ist immer ziemlich gut begrenzt und noch gut zu sehen. Aequatorealdurchmesser 321,67; Polardurchmesser 313,35; Abplattung $^1/_{37}$. Beobachtungen von Arago.

1. August, von $10^h 45^m$ bis $11^h 30^m$. Obgleich der Himmel dunstig, ist Mars doch gut zu sehen, ausgenommen gegen Ende der Beobachtungen des geneigten Durchmessers. Durchmesser des Aequators 322,33; Durchmesser in der Richtung der Pole 312,65; Abplattung $^1/_{33}$; Durchmesser in der um 45° geneigten Richtung 316,81. Beobachtungen von Arago.

2. August, von $11^h 45^m$ bis 12^h. Mars ist gut sichtbar, aber undulirt ein wenig. Aequatorealdurchmesser 324,12; Polardurchmesser 309,25; Abplattung $^1/_{22}$. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 3. zum 4. August, von $11^h 55^m$ bis $12^h 15^m$. Mars ist ein wenig verwaschen. Aequatorealdurchmesser 322,17; Polardurchmesser 311,17; Abplattung $^1/_{29}$. Beobachtungen von Arago.

7. August, von $11^h 20^m$ bis $11^h 45^m$. Mars ist etwas verwaschen. Aequatorealdurchmesser 319,67; Polardurchmesser 306,45; Abplattung $^1/_{24}$. Beobachtungen von Arago.

13. September, $8^h 15^m$. Mars ist verwaschen und schlecht begrenzt. Polardurchmesser 241,25. Beobachtungen von Arago.

16. September, 9^h. Mars ist ziemlich gut zu sehen. Polardurchmesser 230,25. Beobachtungen von Arago.

19. September, $9^h 30^m$. Der Planet ist etwas verwaschen, wie gewöhnlich. Polardurchmesser 230,11. Beobachtungen von Arago.

27. September, $8^h 30^m$. Mars ist verwaschen, schlecht begrenzt und undulirend. Polardurchmesser 212,05. Beobachtungen von Arago.

29. September, $8^h 30^m$. Mars ist äußerst verwaschen. Größter Durchmesser 210,58. Beobachtungen von Arago.

11. October, von $7^h 30^m$ bis $7^h 45^m$. Der Planet ist in der Richtung des Aequators ausgeschnitten; seine Scheibe ist verwaschen und die Beobachtungen sind sehr schwierig. Aequatorealdurchmesser 171,25; Polardurchmesser 185,75. Beobachtungen von Arago.

19. October, von $8^h 30^m$ bis 9^h. Die Scheibe ist etwas verwaschen. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 156,05. Polardurchmesser 170,39. Beobachtungen von Arago.

24. October, von 6^h 30^m bis 7^h. Mars ist sehr undulirend und verwaschen, und die Beobachtungen sind sehr schwierig. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 144,00; Polardurchmesser 164,84. Beobachtungen von Arago.

5. November, von 6^h 45^m bis 7^h. Mars ist leidlich gut zu sehen. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 131,04; Polardurchmesser 147,42. Beobachtungen von Arago.

24. November, von 5^h 30^m bis 6^h. Mars undulirt ein wenig und die Beobachtungen werden gegen 6^h sehr schwierig. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 116,39; Durchmesser in der Richtung der Pole 128,00. Beobachtungen von Arago.

8. December, 6^h. Mars ist durch den Nebel etwas schwach. Polardurchmesser 116,25. Beobachtungen von Arago.

11. December, 5^h 30^m bis 5^h 45^m. Mars ist für Augenblicke verwaschen. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 102,87; Polardurchmesser 113,03. Beobachtungen von Arago.

27. December, 8^h 30^m. Mars ist ein wenig verwaschen. Die Beobachtungen sind schwierig und unsicher. Die Messungen des kleineren Durchmessers sind immer viel weniger leicht als die anderen. Das Segment mit doppelter Helligkeit nimmt man nur dann deutlich wahr, wenn die eine Scheibe merklich in die andere eingreift. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 96,58; Polardurchmesser 99,42. Beobachtungen von Arago.

28. December, von 7^h bis 7^h 30^m. Der Planet ist verwaschen. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 94,55; Polardurchmesser 97,56. Beobachtungen von Arago.

30. December, von 6^h 45^m bis 7^h 15^m. Mars ist trotz des Nebels ziemlich gut zu sehen. Durchmesser des ausgeschnittenen Aequators 92,35; Polardurchmesser 96,11. Beobachtungen von Arago.

1814. 1. Januar, 7^h 15^m. Mars ist verwaschen. Polardurchmesser 96,04. Beobachtungen von Arago.

1. Februar. Die Beobachtungen sind schwierig. Verticaler Durchmesser 77,55. Beobachtungen von Arago.

1815. 27. September, von 11^h bis 11^h 15^m. Mars ist verwaschen und die Beobachtungen sind schwierig. Größerer Durchmesser 282,08; kleinerer Durchmesser 279,42. Beobachtungen von Arago.

3. October, von 10^h 45^m bis 11^h. Der Planet ist ein wenig verwaschen. Größerer Aequatorealdurchmesser 287,15; kleinerer Durchmesser 279,85. Beobachtungen von Arago und Mathieu.

7. October, von 7^h 30^m bis 7^h 45^m. Mars ist momentan ver-

waschen. Größerer Durchmesser 254,08; kleinerer Durchmesser 249,67. Beobachtungen von Arago.

8. October, von 9^h 45^m bis 10^h. Der Himmel ist rein und Mars gut zu sehen. Aequatorealdurchmesser 290,32; Polardurchmesser 286,45. Beobachtungen von Arago.

15. October, von 10^h bis 10^h 30^m. Der Himmel ist bewölkt, es ist ein wenig neblig; Mars erscheint etwas undulirend. Aequatorealdurchmesser 288,82; Polardurchmesser 284,88; Abplattung $^1/_{73}$. Beobachtungen von Arago.

16. October, von 10^h 15^m bis 11^h. Obgleich der Himmel sehr nebelig ist, so ist Mars doch nicht schlecht begrenzt, und gut zu sehen. Aequatorealdurchmesser 289,00; Polardurchmesser 285,67; Abplattung $^1/_{87}$. Beobachtungen von Arago.

17. October, von 10^h bis 10^h 30^m. Mars ist zeitweilig verwaschen. Der Himmel ist rein. Aequatorealdurchmesser 286,45; der gemessene Durchmesser ist fast horizontal. Polardurchmesser 285,67; der gemessene Durchmesser ist fast vertical. Abplattung $^1/_{358}$. Für diese Messungen, sowie für die einiger vorhergehender Reihen, ist als Polardurchmesser der Durchmesser angesehen worden, der durch den Theil der Scheibe geht, an dem zu gleicher Stunde an den letzten Tagen der glänzende Polarfleck gesehen wurde; senkrecht auf diesem wurde der Aequatorealdurchmesser angenommen. Jedoch ist man nicht sicher, diesmal genau die beiden Axen der Ellipsen gemessen zu haben. Beobachtungen von Arago.

Nacht vom 20. bis 21. October, 12^h 45^m bis 1^h 15^m. Aequatorealdurchmesser 283,45; Polardurchmesser 280,05; Abplattung $^1/_{83}$. Beobachtungen von Arago.

24. October, 8^h 15^m bis 8^h 30^m. Mars ist ein wenig verwaschen und undulirt. Aequatorealdurchmesser 274,75; Polardurchmesser 277,65. Beobachtungen von Arago.

6. November, 7^h 45^m bis 8^h. Aequatorealdurchmesser 244,58; Polardurchmesser 248,08. Beobachtungen von Arago.

1817. 10. December, von 8^h 30^m bis 9^h wahrer Zeit. Das Wetter ist nebelig, Mars schwach und schwierig zu beobachten; die Resultate der Messungen sind etwas unsicher. Aequatorealdurchmesser 224,58. Beobachtungen von Arago.

15. December, von 7^h 45^m bis 8^h. Mars ist etwas verwaschen. Aequatorealdurchmesser 215,25; Polardurchmesser 213,95; Abplattung $^1/_{79}$. Beobachtungen von Arago.

20. December, 7^h 45^m. Aequatorealdurchmesser 211,25. Beobachtungen von Arago.

1837. 5. Februar, 10^h. Der Planet undulirt ein wenig. Aequatorealdurchmesser 190,50; Polardurchmesser 187,65; Abplattung $^1/_{67}$. Beobachtungen von Arago.

7. Februar, 10^h 30^m. Aequatorealdurchmesser 190,92; Polardurchmesser 189,95; Abplattung $^1/_{197}$. Beobachtungen von Arago.

1845. 7. August, Mitternacht. Aequatorealdurchmesser 320,35; Polardurchmesser 323,25. Beobachtungen von Arago.

9. August, 11^h 30^m. Verschiedene, abwechselnd von Arago und den jüngern Astronomen der Sternwarte angestellte Beobachtungen haben folgende Resultate geliefert:

Beobachter.	Aequatorealdurchmesser.	Polardurchmesser.
Arago	326,45	320,85
Eugen Bouvard . .	325,75	321,05
Laugier	326,25	320,08
Goujon	325,65	320,25
Faye	324,25	315,92

Nacht vom 12. bis 13. August, 12^h 15^m bis 1^h 30^m.

Beobachter.	Aequatorealdurchmesser.	Polardurchmesser.	Abplattung.
Laugier . . .	326,25	319,45	$^1/_{48}$
Faye	331,47	325,75	$^1/_{57}$
Eugen Bouvard	326,45	323,75	$^1/_{121}$

Nacht vom 14. bis 15. August, 12^h 30^m. Der Himmel ist rein und der Planet erscheint ruhig.

Beobachter.	Aequatorealdurchmesser.	Polardurchmesser.	Abplattung.
Eugen Bouvard	328,45	320,85	$^1/_{43}$
Faye	328,50	322,65	$^1/_{56}$

16. August. Aequatorealdurchmesser 331,25; Polardurchmesser 318,25; Abplattung $^1/_{25}$. Beobachtungen von Arago.

17. August, 10^h 15^m bis 12^h.

Beobachter.	Aequatorealdurchmesser.	Polardurchmesser.	Abplattung.
Arago . . .	331,47	321,92	$^1/_{34}$
Laugier . . .	329,55	321,85	$^1/_{43}$
Goujon . . .	333,25	313,45	$^1/_{17}$
Faye . . .	334,85	319,65	$^1/_{22}$
Eugen Bouvard	329,63	318,97	$^1/_{31}$

19. August, Mitternacht. Aequatorealdurchmesser 328,75; Polardurchmesser 321,75; Abplattung $^1/_{49}$. Beobachtungen von Arago.

20. August, 11^h 30^m bis 1^h 30^m. Mars undulirt anfangs, wird dann ziemlich ruhig. Der Himmel ist bewölkt.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.
Laugier . . .	331,00	322,92	$^1/_{40}$
Eugen Bouvard	331,25	318,92	$^1/_{26}$
Goujon . . .	331,25	319,05	$^1/_{27}$

22. August, 10^h 30^m. Mars ist sehr undulirend.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.	Durchmesser nach 45° rechts.
Arago	331,68	320,75	$^1/_{30}$	330,50
Eugen Bouvard	332,25	318,25	$^1/_{24}$	328,25
Goujon . . .	332,25	317,58	$^1/_{22}$	329,25

24. August, von Mitternacht bis 1^h.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.
Eugen Bouvard	328,68	316,75	$^1/_{27}$
Goujon . . .	329,85	319,85	$^1/_{33}$
Faye	328,75	317,65	$^1/_{30}$

25. August, 11^h 45^m bis 1^h. Mars undulirt stark.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
Faye	328,25	319,05
Goujon	323,50	314,00
Eugen Bouvard .	328,25	317,25

29. August, 10^h. Mars undulirt stark und die Beobachtungen sind schwierig.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
Goujon	320,25	312,00
Faye	324,58	314,85
Eugen Bouvard .	323,08	311,58

30. August, 10^h 45^m.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
Eugen Bouvard .	320,55	310,85
Goujon	320,45	310,65

31. August, 11^h. Mars ist ziemlich ruhig. Aequatorealdurchmesser 317,65; Polardurchmesser 307,95. Beobachtungen von Arago.

1847. 22. October. Aequatorealdurchmesser 276,45; Polardurchmesser 265,95. Beobachtungen von Laugier.

25. October. Der Planet ist äußerst undulirend; die Beobachtungen sind unsicher.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
Laugier	275,25	270,92
Petit	270,58	266,50

26. October.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung
Arago . . .	280,25	267,85	$^1/_{28}$
Laugier . . .	275,92	267,25	$^1/_{31}$

27. October, 8^h 45^m.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.
Arago . . .	279,25	267,75	$^1/_{24}$
Laugier . . .	278,92	268,50	$^1/_{26}$

28. October, 8^h 15^m.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.
Arago . . .	281,42	272,25	$^1/_{30}$
Laugier . . .	276,42	270,85	$^1/_{49}$

30. October.

Beobachter.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.	Abplattung.
Arago . . .	275,25	267,58	$^1/_{35}$
Laugier . . .	276,85	263,75	$^1/_{21}$

[Um den Werth der Skalentheile des Prismenfernrohrs, in welchen die in der vorstehenden Tabelle angeführten Messungen der Durchmesser ausgedrückt sind, zu bestimmen, hat Arago in den Jahren 1811 und 1812 verschiedene Beobachtungen gemacht, die sich in seinen Beobachtungsregistern aufgezeichnet finden. Unter dem Datum des 26. December 1811 enthalten sie folgende Bemerkung:*) „Ich habe

---

*) Aus welchem Grunde diese Notizen erst hier folgen, und nicht, wie zu

heute zwei verschiedene Figuren aus Papier an dem westlichsten Fenster des Luxembourg angebracht und gemessen, um den Werth der Skalentheile zu bestimmen. Zwei Streifen weißen Papiers von 69,5^{mm} Breite waren auf schwarze Pappe aufgeklebt, so daß ihre inneren Ränder 306,5^{mm} von einander abstanden und die Entfernung der beiden äußeren Ränder 446,0^{mm} betrug. Die Mittelpunkte waren um 376,2^{mm} von einander entfernt. Jeder dieser Streifen nahm nur die Mitte der Breite der Pappe ein, so daß man die durch das Prismenfernrohr verschobenen Bilder der Streifen mit ihren Rändern an einander legen und folglich ihren Abstand unabhängig von der Irradiation jedes Streifens messen konnte. Die Pappe mit den Streifen war an dem westlichsten Laden des Fensters angebracht. Auf dem östlichen Laden des westlichsten Fensters im Luxembourg hatte ich ebenfalls eine schwarze Pappe befestigt, worauf ein weißer Kreis von 268^{mm} Durchmesser geklebt war. Neben diesem brachte ich auf demselben Fensterladen noch eine weiße Pappe an, worauf sich schwarze Streifen und ein schwarzer Kreis befanden.

„Der schwarze Kreis und die schwarzen Streifen hatten ursprünglich mit dem weißen Kreise und den weißen Streifen völlig gleiche Dimensionen; da aber die Pappe, worauf die schwarzen Figuren aufgeklebt waren, während der Nacht vom 26. bis 27. der Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen war, so war sie etwas bauchig geworden, welcher Umstand die Messungen hätte stören können. Ich wiederholte daher im Luxembourg an der Pappe, die nicht mehr vollständig glatt war, die folgenden Messungen: verticaler Durchmesser des schwarzen Kreises 267^{mm}; horizontaler Durchmesser desselben Kreises 268^{mm}; Entfernung der Streifen 307^{mm}; Breite derselben 68,5^{mm}."

Die Mittel der auf dem westlichen Thurme der Sternwarte gemachten Messungen haben in Skalentheilen des Fernrohres ergeben:

Durchmesser des weißen Kreises (268^{mm}) . .	617,53
Abstand der Mittelpunkte der weißen Streifen (376,2^{mm})	838,36

---

erwarten stand, weiter oben in den Anfang dieses Kapitels gestellt sind, ist nicht einzusehen. Anmerk. d. d. Ausg.

Breite der weißen Streifen (69,5mm)	221,78
Breite der schwarzen Streifen (68,5mm)	219,37
Durchmesser des schwarzen Kreises (267,5mm) . . .	617,63
Zwischenraum zwischen den schwarzen Streifen (375,5mm)	838,39

Von allen diesen Zahlen muß man 75,78 wegen des Fehlers im Nullpunkte der Skale abziehen (s. oben S. 232).

Am 10. Juli 1812 hat Arago nochmals Miren auf dem westlichsten Fenster des Luxembourg anbringen lassen. Diese Miren, die an demselben Tage, an welchem man sie nach dem Luxembourg gebracht hatte, gemessen wurden, besaßen folgende Dimensionen:

Weißer Kreis	Durchmesser	411,0mm
	Mit dem Zirkel wurde gefunden . . .	411,5
	Der ebenso gemessene Radius hat gegeben	205,5
	Eine dritte Messung ergab	411,0
Schwarzer Kreis	Durchmesser	421,5
	Mit dem Zirkel wurde gefunden . . .	421,0
	Der ebenso gemessene Radius hat gegeben	211,0
	Eine dritte Messung ergab	421,0
Breite der weißen Streifen		46,0
Abstand der inneren Ränder zweier Streifen		158,0
Abstand der inneren Ränder zweier anderer		153,0
Abstand der äußeren Ränder zweier Streifen		250,0
Abstand der äußeren Ränder zweier anderer.		244,5

Zu diesen Messungen muß man die folgende von Arago in seinen Beobachtungsregistern verzeichnete Bemerkung hinzufügen:

„Ich ließ am 24. October 1812 die Platte, auf der meine Miren befindlich waren, vom Luxembourg abnehmen. Da das schlechte Wetter, die Sonne und der Regen sie ein wenig gekrümmt hatten, so wiederholte ich auf der Sternwarte die Messung und fand:

Weißer Kreis	Horizontaler Durchmesser	409,5mm
	Verticaler Durchmesser	410,5
	Durchmesser unter 45°	409,0
	Anderer Durchmesser unter 45° . . .	409,5
Schwarzer Kreis	Horizontaler Durchmesser	421,0
	Andere Messung desselben Durchmessers .	422,0
	Durchmesser unter 45°	421,5
	Anderer Durchmesser unter 45°	421,5
	Verticaler Durchmesser	421,5

„Die weißen Streifen haben nicht dieselbe Länge. Bei den am 26. October 1812 angestellten Messungen habe ich gefunden, daß der mittlere Streifen der längste und zwar gleich 121,5^{mm} ist, daß der (scheinbare) obere Streifen gleich 117,5^{mm}, und daß der (scheinbare) untere Streifen der kleinste von allen und gleich 115,0^{mm} ist."

Die im Juli, August, September und October 1812 ausgeführten Beobachtungen haben die folgenden Resultate geliefert, von denen jedes das Mittel einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen ist, die auf dem westlichen Thurme der Sternwarte angestellt wurden.

	Skalentheile des Prismenfernrohres.
Abstand der oberen Streifen (199^{mm}) . . .	477,48
Abstand der äußeren Streifen (403^{mm}) . . .	887,42
Breite der weißen Streifen (46^{mm})	168,27
Abstand der inneren Streifen (204^{mm}) . . .	489,08
Durchmesser des weißen Kreises (411^{mm}) . .	904,70
Durchmesser des schwarzen Kreises (421,5^{mm}) .	924,88
Länge der Streifen (121,5^{mm})	324,75
Länge der Streifen (117,5^{mm})	316,28
Länge der Streifen (115,0^{mm})	311,98

Von allen diesen Zahlen muß man 75,78 als Correction für den Fehler des Nullpunktes abziehen.

Um aus diesen Messungen Nutzen zu ziehen, mußte Arago eine trigonometrische Operation zur Bestimmung der Entfernung des Luxembourg von der Sternwarte vornehmen; diese Operation wurde im August und September 1812 ausgeführt.

Die Entfernung des Mittelpunktes des östlichen Thurmes der Sternwarte von dem Mittelpunkte des westlichen Thurmes ist gemessen worden: 1) mit grauen Maaßstäben (règles grises), und gleich 36,742 Meter gefunden worden, 2) mit rothen Maaßstäben (règles rouges), und gleich 36,743 Meter gefunden worden, 3) mit einem Meter aus Kupfer, das in die Richtung zwischen beide Mittelpunkte ohne Hülfslineal gebracht wurde, und gleich 36,777 Meter gefunden worden.

Der in dem östlichen Thurme gemessene Winkel zwischen der Mire des westlichen Thurmes und der Mitte des Fensters im Luxembourg,

auf dem die Miren angebracht waren, ist durch das Mittel aus 10 Beobachtungen gleich 89° 51′ 26,622″ gefunden worden.

Der im westlichen Thurme zwischen der Mire des östlichen Thurmes und der Mire des Luxembourg gemessenen Winkels ist gleich 88° 32′ 0,91″ gefunden worden.

Der Mittelpunkt des zur Messung dienenden Kreises und die Miren in den Thürmen waren gleich hoch über dem Fußboden derselben.

Nimmt man also 36,76 Meter als Entfernung der Mittelpunkte der beiden Thürme der Sternwarte an, so hat man 1308,84 Meter als Entfernung des Luxembourg von dem östlichen Thurme und 1309,27 Meter als Entfernung von dem westlichen Thurme. Mit dem Werthe von 36,74 Meter als Distanz der Mittelpunkte der Thürme findet man respective 1306,43 Meter und 1306,86 Meter für die Entfernung vom Luxembourg.

Arago hat, indem er 1308 Meter als mittlere Entfernung annahm, berechnet, daß nach den 15 oben angeführten Beobachtungsreihen eine Secunde entspricht:

für die Messungen von 1811 { 12,819, 12,844, 13,285, 13,285, 12,847, 12,878 } Skalentheilen des Fernrohrs.

für die Messungen von 1812 { 12,801, 12,771, 12,750, 12,847, 12,790, 12,774, 12,986, 12,989, 13,015 } Skalentheilen des Fernrohrs.

Allgemeines Mittel. . . . 12,979

Nach diesem Werthe der Skalentheile ist berechnet worden, daß die Messungen der Marsdurchmesser, die in der obigen Zusammenstellung (S. 232 bis 239) angeführt sind, folgende in Secunden ausgedrückte Größen ergeben:]

Tafel der in Secunden ausgedrückten Marsdurchmesser.

Tag der Beobachtung.	Werthe der Marsdurchmesser in Secunden.		Namen der Beobachter.
21. Mai 1811 . . .	Horizontaler Durchmesser	19,41	Arago.
	Verticaler Durchmesser	18,73	
22. Mai	Horizontaler Durchmesser	19,40	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	18,67	
23. Mai	Horizontaler Durchmesser	19,10	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	18,62	
24. Mai	Horizontaler Durchmesser	19,14	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	18,78	
	Durchm. nach 45° links	18,91	
	Durchm. nach 45° rechts	18,57	
28. Mai	Horizontaler Durchmesser	19,36	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	18,73	
29. Mai	Horizontaler Durchmesser	19,12	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	18,84	
2. Juni	Horizontaler Durchmesser	18,81	Derselbe.
10. Juni	Polardurchmesser	18,58	Derselbe.
	Aequatorealdurchmesser	18,55	
Nacht vom 6. zum 7. Juli 1813.	Horizontaler Durchmesser	21,42	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	21,33	
Nacht vom 7. zum 8. Juli	Horizontaler Durchmesser	21,71	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	21,59	
Nacht v. 12. zum 13. Juli	Horizontaler Durchmesser	22,86	Derselbe.
	Verticaler Durchmesser	22,70	
16. Juli.	Aequatorealdurchmesser	23,26	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,07	
Nacht v. 21. zum 22. Juli	Aequatorealdurchmesser	24,16	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,59	
27. Juli.	Aequatorealdurchmesser	24,48	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,91	
28. Juli.	Aequatorealdurchmesser	24,68	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,79	
29. Juli.	Aequatorealdurchmesser	25,08	Derselbe.
Nacht v. 31. Juli z. 1. Aug.	Aequatorealdurchmesser	24,86	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,05	

Tag der Beobachtung.	Werthe der Marsdurchmesser in Secunden.		Namen der Beobachter.
In derselben Nacht . .	Aequatorealdurchmesser	24,77	Arago.
	Polardurchmesser	24,13	
1. August	Aequatorealdurchmesser	24,82	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,05	
	Durchmesser nach 45°	24,39	
2. August	Aequatorealdurchmesser	24,96	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,81	
Nacht vom 3. zum 4. Aug.	Aequatorealdurchmesser	24,81	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,16	
7. August	Aequatorealdurchmesser	24,61	Derselbe.
	Polardurchmesser	23,60	
13. September . . .	Polardurchmesser	18,58	Derselbe.
16. September . . .	Polardurchmesser	17,73	Derselbe.
19. September . . .	Polardurchmesser	17,72	Derselbe.
27. September . . .	Polardurchmesser	16,33	Derselbe.
29. September . . .	Größter Durchmesser	16,21	Derselbe.
11. October	Aequatorealdurchmesser	13,19	Derselbe.
	Polardurchmesser	14,30	
19. October	Aequatorealdurchmesser ausgeschnitten	12,01	Derselbe.
	Polardurchmesser	13,12	
24. October . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	11,31	Derselbe.
	Polardurchmesser	12,69	
5. November . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	10,09	Derselbe.
	Polardurchmesser	11,35	
24. November . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	8,96	Derselbe.
	Polardurchmesser	9,86	
8. December . . .	Polardurchmesser	8,95	Derselbe.
11. December . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	7,92	Derselbe.
	Polardurchmesser	8,70	
27. December . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	7,44	Derselbe.
	Polardurchmesser	7,66	
28. December . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	7,28	Derselbe.
	Polardurchmesser	7,51	
30. December . . .	Aequ.-Durchm. ausgeschn.	7,11	Derselbe.
	Polardurchmesser	7,40	

Tag der Beobachtung.	Werthe der Marsdurchmesser in Secunden.		Namen der Beobachter.
1. Januar 1814 . .	Polardurchmesser	7,39	Arago.
1. Februar . . .	Verticaler Durchmesser	5,97	Derselbe.
27. September 1815 .	Größter Durchmesser	21,72	Derselbe.
	Kleinster Durchmesser	21,51	
3. October . . .	Größter Durchmesser	22,11	Arago und Mathieu.
	Kleinster Durchmesser	21,44	
7. October . . .	Größter Durchmesser	19,56	Arago.
	Kleinster Durchmesser	19,22	
8. October . . .	Aequatorealdurchmesser	23,15	Derselbe.
	Polardurchmesser	22,06	
15. October . . .	Aequatorealdurchmesser	22,24	Derselbe.
	Polardurchmesser	21,93	
16. October . . .	Aequatorealdurchmesser	22,25	Derselbe.
	Polardurchmesser	22,00	
17. October . . .	Aequatorealdurchmesser	22,06	Derselbe.
	Polardurchmesser	21,99	
Nacht v. 20. z. 21. Octbr.	Aequatorealdurchmesser	21,82	Derselbe.
	Polardurchmesser	21,56	
24. October . . .	Aequatorealdurchmesser	21,16	Derselbe.
	Polardurchmesser	21,38	
6. November . . .	Aequatorealdurchmesser	18,83	Derselbe.
	Polardurchmesser	19,19	
10. December 1817 .	Aequatorealdurchmesser	17,29	Derselbe.
15. December . . .	Aequatorealdurchmesser	16,57	Derselbe.
	Polardurchmesser	16,47	
20. December . . .	Aequatorealdurchmesser	16,26	Derselbe.
5. Februar 1837 . .	Aequatorealdurchmesser	14,77	Derselbe.
	Polardurchmesser	14,45	
7. Februar . . .	Aequatorealdurchmesser	14,70	Derselbe.
	Polardurchmesser	14,63	
7. August 1845 . .	Aequatorealdurchmesser	24,66	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,89	
9. August	Aequatorealdurchmesser	25,14	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,71	

Tag der Beobachtung.	Werthe der Marsdurchmesser in Secunden.		Namen der Beobachter.
9. August	Aequatorealdurchmesser	25,08	E. Bouvard.
	Polardurchmesser	24,72	
	Aequatorealdurchmesser	25,12	Laugier.
	Polardurchmesser	24,65	
	Aequatorealdurchmesser	25,07	Goujon.
	Polardurchmesser	24,66	
	Aequatorealdurchmesser	24,97	Faye.
	Polardurchmesser	24,32	
Nacht v. 12. z. 13. Aug.	Aequatorealdurchmesser	25,12	Laugier.
	Polardurchmesser	24,59	
	Aequatorealdurchmesser	24,75	Faye.
	Polardurchmesser	25,08	
	Aequatorealdurchmesser	25,14	E. Bouvard.
	Polardurchmesser	24,92	
Nacht v. 14. z. 15. Aug.	Aequatorealdurchmesser	25,29	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,71	
	Aequatorealdurchmesser	25,29	Faye.
	Polardurchmesser	24,84	
16. August	Aequatorealdurchmesser	25,50	Arago.
	Polardurchmesser	24,50	
17. August	Aequatorealdurchmesser	25,52	Derselbe.
	Polardurchmesser	24,79	
	Aequatorealdurchmesser	25,37	Laugier.
	Polardurchmesser	24,78	
	Aequatorealdurchmesser	25,65	Goujon.
	Polardurchmesser	24,14	
	Aequatorealdurchmesser	25,73	Faye.
	Polardurchmesser	24,60	
	Aequatorealdurchmesser	25,38	E. Bouvard.
	Polardurchmesser	24,56	
19. August	Aequatorealdurchmesser	25,31	Arago.
	Polardurchmesser	22,77	
20. August	Aequatorealdurchmesser	25,48	Laugier.
	Polardurchmesser	24,87	
26. August	Aequatorealdurchmesser	25,50	E. Bouvard.
	Polardurchmesser	24,55	

rung dividiren, die jeder Stellung der verschiebbaren Linse, wobei sich die beiden Bilder berühren, entspricht. Die folgende Tabelle ist nach diesem Principe berechnet.]

Tag der Beobachtung.	Bezeichnung der gemessenen Durchmesser.	Skalentheile, die der Berührung der beiden Bilder entsprechen.	Den Skalentheilen entsprechende Vergrößerungen.	Berechnete Durchmesser.
23. Sept. 1815	Polardurchmesser	67,50	102,50	21,20″
	Aequatorealdurchmesser	65,67	104,33	20,83
27. „	Polardurchmesser	72,00	98,00	22,17
	Aequatorealdurchmesser	71,50	98,50	22,06
8. October	Polardurchmesser	71,67	98,33	22,09
26. „	Aequatorealdurchmesser	73,50	97,50	22,28
	Polardurchmesser	71,60	98,40	22,08
3. November	Polardurchmesser	65,55	104,45	20,82
	Aequatorealdurchmesser	66,50	103,50	20,99
6. „	Aequatorealdurchmesser	61,90	108,10	20,10
	Polardurchmesser	62,83	107,17	20,28
11. December	Polardurchmesser	46,50	122,50	17,74
	Aequatorealdurchmesser	46,40	122,60	17,72
16. „	Aequatorealdurchmesser	45,50	124,50	17,45
	Polardurchmesser	42,40	127,60	17,03

Siebentes Kapitel.

Beobachtungen der Marsflecken.

1813.

5. Juli. — Am Abend zwischen 11 und 12 Uhr habe ich mehrere Male den Mars durch das Lerebours'sche Fernrohr mit verschiedenen Vergrößerungen betrachtet, und stets an dem scheinbaren oberen Rande dieses Planeten einen weißen Flecken von ziemlicher Ausdehnung bemerkt, der etwas heller als der übrige Theil der Scheibe war.

Tag der Beobachtung.	Werthe der Marsdurchmesser in Secunden.		Namen der Beobachter.
22. October 1847 . .	Aequatorealdurchmesser	21,29	Laugier.
	Polardurchmesser	20,48	
25. October	Aequatorealdurchmesser	21,19	Petit.
	Polardurchmesser	20,86	
	Aequatorealdurchmesser	20,83	Derselbe.
	Polardurchmesser	20,52	
26. October	Aequatorealdurchmesser	21,58	Arago.
	Polardurchmesser	20,62	
	Aequatorealdurchmesser	21,25	Laugier.
	Polardurchmesser	20,58	
27. October	Aequatorealdurchmesser	21,51	Arago.
	Polardurchmesser	20,61	
	Aequatorealdurchmesser	21,48	Laugier.
	Polardurchmesser	20,67	
28. October	Aequatorealdurchmesser	21,67	Arago.
	Polardurchmesser	20,96	
	Aequatorealdurchmesser	21,28	Laugier.
	Polardurchmesser	20,85	
30. October	Aequatorealdurchmesser	21,19	Arago.
	Polardurchmesser	20,60	
	Aequatorealdurchmesser	21,32	Laugier.
	Polardurchmesser	20,31	

Sechstes Kapitel.

Messung der Marsdurchmesser durch das Ocularmikrometer mit veränderlicher Vergrößerung von Arago.

[Dieselben Beobachtungsregister Arago's, aus denen die obigen Tabellen ausgezogen worden sind, enthalten auch eine Anzahl Messungen der Marsdurchmesser, die mit dem Ocularmikrometer mit veränderlicher Vergrößerung, das in der populären Astronomie (II. Bd. S. 73) beschrieben ist, angestellt worden sind. Um aus diesen Messungen die Größen der Durchmesser zu finden, muß man den unveränderlichen Winkel des Prismas, der 2173″ betrug, durch die Vergröße-

rung dividiren, die jeder Stellung der verschiebbaren Linse, wobei sich die beiden Bilder berühren, entspricht. Die folgende Tabelle ist nach diesem Principe berechnet.]

Tag der Beobachtung.	Bezeichnung der gemessenen Durchmesser.	Skalentheile, die der Berührung der beiden Bilder entsprechen.	Den Skalentheilen entsprechende Vergrößerungen.	Berechnete Durchmesser.
23. Sept. 1815	Polardurchmesser	67,50	102,50	21,20″
	Aequatorealdurchmesser	65,67	104,33	20,83
27. „	Polardurchmesser	72,00	98,00	22,17
	Aequatorealdurchmesser	71,50	98,50	22,06
8. October	Polardurchmesser	71,67	98,33	22,09
26. „	Aequatorealdurchmesser	73,50	97,50	22,28
	Polardurchmesser	71,60	98,40	22,08
3. November	Polardurchmesser	65,55	104,45	20,82
	Aequatorealdurchmesser	66,50	103,50	20,99
6. „	Aequatorealdurchmesser	61,90	108,10	20,10
	Polardurchmesser	62,83	107,17	20,28
11. December	Polardurchmesser	46,50	122,50	17,74
	Aequatorealdurchmesser	46,40	122,60	17,72
16. „	Aequatorealdurchmesser	45,50	124,50	17,45
	Polardurchmesser	42,40	127,60	17,03

Siebentes Kapitel.

Beobachtungen der Marsflecken.

1813.

5. Juli. — Am Abend zwischen 11 und 12 Uhr habe ich mehrere Male den Mars durch das Lerebours'sche Fernrohr mit verschiedenen Vergrößerungen betrachtet, und stets an dem scheinbaren oberen Rande dieses Planeten einen weißen Flecken von ziemlicher Ausdehnung bemerkt, der etwas heller als der übrige Theil der Scheibe war.

7. Juli. — Am scheinbaren oberen Rande des Mars nimmt man einen weißlichen Flecken wahr, der nach Maraldi's und Herschel's Beobachtungen den Südpol des Planeten umgibt. Dieser Flecken scheint, wie die genannten beiden Beobachter bemerkt haben, vor dem übrigen Theile der Scheibe hervorzuragen; er hat mir bei den Beobachtungen, die ich über den Polardurchmesser angestellt habe, als Marke gedient; denn bei diesen Messungen stellte ich die Berührung der beiden Bilder in der Mitte der Breite des hellen Segmentes her; für den Aequatorealdurchmesser drehte ich das Fernrohr um 90° aus der ersten Lage.

Ich glaubte, es würde Interesse haben, möglichst genau die Breite dieses weißen Fleckens zu bestimmen. Zu diesem Zwecke ließ ich während der Messungen des Aequatorealdurchmessers bisweilen die beiden Bilder dergestalt über einander greifen, daß sie in dieser Richtung ein helles Segment bildeten, welches demjenigen ähnlich war, das ich am scheinbaren oberen Rande jedes Bildes wahrnahm. Durch drei nach einander angestellte Messungen habe ich gefunden, daß dieser Umstand eintrat, wenn der Zeiger des Prismas auf 315, 319, 319 stand. Im Mittel würde man 317,67 erhalten. Zieht man diese Zahl von 365,17 ab, welche der Berührung der beiden Scheiben entsprach, so wird die Differenz von 47,50 Skalentheilen die Breite des Segmentes, das man durch Uebereinanderlegen der beiden Bilder erzeugt hat, und folglich die Breite des Polarfleckens ausdrücken, der der Annahme zufolge diesem Segmente gleich ist.

[Nach den oben angegebenen Werthen entsprechen 47,50 Skalentheile 3,66''].

Hierbei ist der Umstand wohl zu bemerken, daß das künstlich durch Deckung der beiden Enden des Aequatorealdurchmessers gebildete Segment merklich weniger hell ist als der Polarflecken. Dies ist um so merkwürdiger, als die Ränder des Planeten merklich heller sind, als das Centrum. Die angeführte Vergleichung der Intensitäten war übrigens aus dem Grunde sehr leicht, weil die beiden Flecken nahe an einander lagen. Man sieht übrigens, daß aus dieser Beobachtung unmittelbar der Schluß folgt, daß der leuchtende Flecken am wirklichen Südpole des Mars eine mehr als doppelt so große Licht-

intensität besitzt, als die übrigen Theile der Scheibe dieses Planeten. Noch ist zu erwähnen, daß die allgemeine Färbung des Mars ein ziemlich merkliches Roth ist, während der Polarflecken sehr entschieden weiß erscheint.

12. Juli. — Während der an diesem Tage (s. S. 233) gemachten Reihe von Messungen des Aequatorealdurchmessers des Mars habe ich das Prisma zu wiederholten Malen in diejenige Stellung gebracht, wo das helle Segment, das aus der Deckung der Ränder der beiden Bilder hervorging, eine gleiche Breite zu haben schien, wie der am Südpole (scheinbaren oberen Rande) des Planeten wahrnehmbare weiße Flecken. Der Zeiger blieb der Reihe nach stehen bei

333 332,5 333 woraus das Mittel . .	332,83
Die Berührung der beiden Scheiben gab mir . . .	379,58
Hieraus folgt die Breite des Segments oder des Fleckens	46,75

[Diese Bestimmung entspricht 3,60″, während der Aequatorealdurchmesser gleich 22,86″ ist.]

Das Segment war etwas weniger hell, als der Polarflecken, woraus man schließen kann, daß letztere Gegend des Planeten eine mehr als doppelt so große Helligkeit besitzt, als die übrigen Theile der Scheibe.

16. Juli. Die folgende Figur (Fig. 12) stellt die Flecken des Mars dar, so wie sie mir in dem die Bilder umkehrenden Fernrohre erschienen sind.

Der obere weiße Flecken a scheint mir merklich weniger breit als in den vergangenen Tagen, d. h. als am 7. und 12. Juli.

Das Intervall b erscheint mir kleiner als das Drittel der Scheibe des Planeten.

Ich benutzte das Lerebours'sche Fernrohr mit verschiedenen Vergrößerungen.

22. Juli. Indem ich die beiden Aequatorealdurchmesser über einander greifen ließ, erhielt ich ein helles Segment, dessen Breite mir gleich der des Polarfleckens erschien, wenn der Inder auf 368, 366, 374, also im Mittel auf 369,33 stand. Dies künstliche Segment erschien

Beobachtungen unter sehr ungünstigen atmosphärischen Umständen gemacht worden.

28. Juli. — Als ich die beiden seitlichen Ränder des Planeten über einander fallen ließ, fand ich das helle Segment ebenso breit wie den Polarflecken, als der Zeiger stand auf

383 und 380, also im Mittel auf	381,50
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	402,68
Man hat also für die Breite des Polarfleckens . .	21,18

[Diese Messung gibt 1,63″ für die Breite des Polarfleckens, während der Aequatorealdurchmesser 24,48″ beträgt.]

1. August. — Zwischen 10¾ und 11^h fand ich, daß die seitlichen Ränder der beiden Bilder des Planeten sich um eine dem Polarflecken gleiche Größe decken, als der Zeiger stand auf

377, 376, 373, also im Mittel auf	375,33
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	407,08
Man hat also für die Breite des Fleckens . . .	31,75

[Diese Messung entspricht 2,44″, während der Aequatorealdurchmesser 24,82″ beträgt.]

2. August. — Bei den heute gegen 11¾ Uhr wahrer Zeit gemachten Messungen des Aequatorealdurchmessers fand ich, daß der weiße Flecken des scheinbaren oberen Randes an Breite dem hellen durch theilweise Deckung der beiden Bilder entstehenden Segmente gleich war, wenn der Zeiger stand auf

375, 374, 375, also im Mittel auf	374,67
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	408,87
Die Breite des Fleckens beträgt also	34,20

[Diese Messung entspricht 2,63″, während der Aequatorealdurchmesser 24,96″ beträgt.]

18. August 1813 (19^h 50^m Sternzeit, gegen 10^h wahrer Zeit). — Die Flecken des Mars sind in Fig. 14 so dargestellt, wie sie in umgekehrter Lage in dem Lerebours'schen Fernrohre bei einer ungefähr 190fachen Vergrößerung erscheinen.

mals auf der Scheibe des Planeten den schwarzen Streifen bemerkt zu haben, der in der beigefügten Figur von mir gezeichnet wurde.

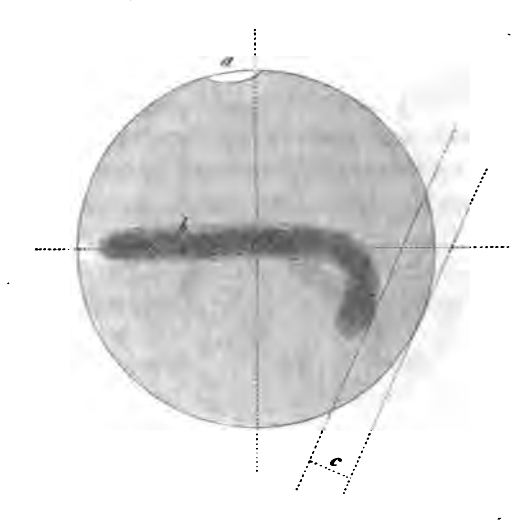


Fig. 13. Am 21. Juli 1813 von Arago auf dem Mars beobachtete Flecken.

Bei diesen Beobachtungen habe ich das mit 150 und 200facher Vergrößerung versehene Fernrohr des Kaisers benutzt; mit der ersten waren die Farben, welche die Dispersion des Lichtes in der Atmosphäre hervorruft, unmerklich; mit der zweiten erschien der scheinbare obere Rand roth und der untere bläulich grün.

27. Juli (19^h 10^m Sternzeit, gegen $10^3/_4$ Uhr wahrer Zeit). — Während einer Aufhellung habe ich Mars mit dem Lerebours'schen Fernrohre untersucht; die Scheibe war undulirend und verwaschen, indeß glaubte ich zu erkennen, daß der weiße Flecken, welcher den scheinbaren oberen Pol umgibt, von Neuem den Glanz und die Größe erreicht habe, die er bei den Beobachtungen am 7. und 12. Juli hatte; so viel bleibt immer ausgemacht, daß er den Flecken vom 22. Juli merklich übertrifft. Man nimmt den schwarzen hakenförmig umgebogenen Streifen nicht wahr, den ich in diesen letzten Tagen (Fig. 12 und 13) gezeichnet habe, und der zur Bestimmung der Rotationsdauer des Planeten sehr geeignet scheint. Uebrigens sind alle diese

Beobachtungen unter sehr ungünstigen atmosphärischen Umständen gemacht worden.

28. Juli. — Als ich die beiden seitlichen Ränder des Planeten über einander fallen ließ, fand ich das helle Segment ebenso breit wie den Polarflecken, als der Zeiger stand auf

383 und 380, also im Mittel auf	381,50
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	402,68
Man hat also für die Breite des Polarfleckens . .	21,18

[Diese Messung gibt 1,63″ für die Breite des Polarfleckens, während der Aequatorealdurchmesser 24,48″ beträgt.]

1. August. — Zwischen 10³/₄ und 11ʰ fand ich, daß die seitlichen Ränder der beiden Bilder des Planeten sich um eine dem Polarflecken gleiche Größe decken, als der Zeiger stand auf

377, 376, 373, also im Mittel auf	375,33
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	407,08
Man hat also für die Breite des Fleckens . . .	31,75

[Diese Messung entspricht 2,44″, während der Aequatorealdurchmesser 24,82″ beträgt.]

2. August. — Bei den heute gegen 11³/₄ Uhr wahrer Zeit gemachten Messungen des Aequatorealdurchmessers fand ich, daß der weiße Flecken des scheinbaren oberen Randes an Breite dem hellen durch theilweise Deckung der beiden Bilder entstehenden Segmente gleich war, wenn der Zeiger stand auf

375, 374, 375, also im Mittel auf	374,67
Die Messung des Aequatorealdurchmessers gab . .	408,87
Die Breite des Fleckens beträgt also.	34,20

[Diese Messung entspricht 2,63″, während der Aequatorealdurchmesser 24,96″ beträgt.]

18. August 1813 (19ʰ 50ᵐ Sternzeit, gegen 10ʰ wahrer Zeit). — Die Flecken des Mars sind in Fig. 14 so dargestellt, wie sie in umgekehrter Lage in dem Lerebours'schen Fernrohre bei einer ungefähr 190fachen Vergrößerung erscheinen.

nicht schlecht gesehen. Die angewandte Vergrößerung ist 191fach. (Beobachtung Mathieu's.)

24. August 1813 (um 21^h 10^m Sternzeit). — Mars ist etwas undulirend; indeß gelingt die Beobachtung (Fig. 18) gut; die Vergrößerung beträgt 191.

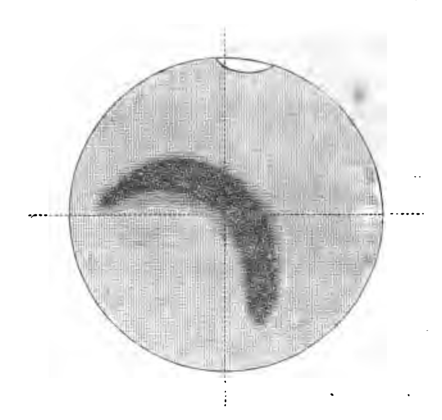


Fig. 18. Aussehen des Mars am 24. August 1813.

11. October. — Man bemerkt den hellen Flecken, welcher den scheinbaren oberen Pol des Mars umgibt, noch sehr deutlich. Ich führe hier diese Beobachtung an, weil Flaugergues in dem letzten Hefte des Journal de physique angegeben hat, daß der Flecken einen Monat nach seiner ersten Erscheinung verschwunden wäre.

19. October. — Der helle Flecken des Südpoles (des scheinbaren oberen Poles) ist sehr sichtbar; bei verschiedenen Prüfungen ist es mir vorgekommen, als ob seine Breite über 1'', und vielleicht sogar 1,5'' betrüge.

5. November. — Der weiße Polarflecken des Mars ist jetzt sehr klein und kaum zu sehen; jedoch habe ich ihn anfangs bei den Messungen wahrgenommen, die ich um 7 und später um $8^1/_2$ Uhr mit dem Lerebours'schen Fernrohre ausführte.

24. November. — Man sieht noch den glänzenden Flecken am Südpole des Mars an dem scheinbaren oberen Rande der Scheibe.

20. August (gegen $20^h 20^m$ Sternzeit). — Mars ist trübe und verwaschen; der Flecken (Fig. 16) ist nie recht deutlich sichtbar doch müssen seine Gestalt und seine Lage ziemlich genau sein. (Beobachtung Mathieu's.)

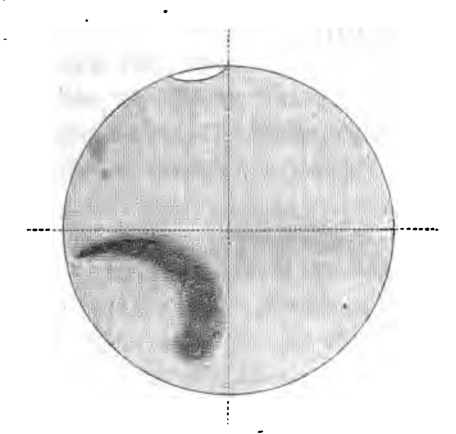


Fig. 16. Aussehen des Mars am 20. August 1813.

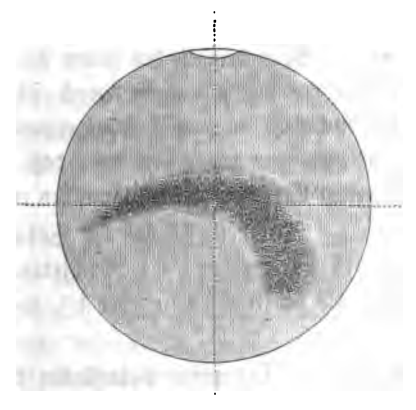


Fig. 17. Aussehen des Mars am 23. August 1813.

23. August (gegen $20^h 25^m$ Sternzeit). — Mars ist etwas trübe und an seinen Rändern verwaschen; man hat in Intervallen, aber allerdings nur während sehr kurzer Augenblicke den Flecken (Fig. 17)

nicht schlecht gesehen. Die angewandte Vergrößerung ist 191fach. (Beobachtung Mathieu's.)

24. August 1813 (um $21^h\ 10^m$ Sternzeit). — Mars ist etwas undulirend; indeß gelingt die Beobachtung (Fig. 18) gut; die Vergrößerung beträgt 191.

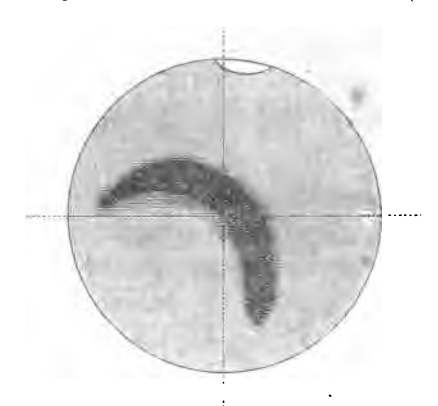


Fig. 18. Aussehen des Mars am 24. August 1813.

11. October. — Man bemerkt den hellen Flecken, welcher den scheinbaren oberen Pol des Mars umgibt, noch sehr deutlich. Ich führe hier diese Beobachtung an, weil Flaugergues in dem letzten Hefte des Journal de physique angegeben hat, daß der Flecken einen Monat nach seiner ersten Erscheinung verschwunden wäre.

19. October. — Der helle Flecken des Südpoles (des scheinbaren oberen Poles) ist sehr sichtbar; bei verschiedenen Prüfungen ist es mir vorgekommen, als ob seine Breite über 1'', und vielleicht sogar 1,5'' betrüge.

5. November. — Der weiße Polarflecken des Mars ist jetzt sehr klein und kaum zu sehen; jedoch habe ich ihn anfangs bei den Messungen wahrgenommen, die ich um 7 und später um $8^1/_2$ Uhr mit dem Lerebours'schen Fernrohre ausführte.

24. November. — Man sieht noch den glänzenden Flecken am Südpole des Mars an dem scheinbaren oberen Rande der Scheibe.

11. December. — Auf Augenblicke sehe ich noch den Polarflecken des Mars wie einen kleinen weißen Punkt, und hiernach läßt sich bestimmen, in welcher Richtung ich den Polardurchmesser zu nehmen habe. Uebrigens ist die Ungleichheit der Durchmesser für das Auge sehr merklich.

30. December ($6^3/_4$ Uhr). — Mars ist ziemlich gut sichtbar. Auf Augenblicke habe ich Spuren des Polarfleckens wahrzunehmen geglaubt. Uebrigens bin ich ziemlich sicher, den größten Durchmesser des Planeten gemessen zu haben.

1815.

2. October. — Es ist $11^1/_4$ Uhr wahrer Zeit: der leuchtende Flecken des scheinbaren oberen Randes (Südpoles des Planeten) berührt den Rand nicht; der Flecken ist weniger ausgedehnt als im vorigen Jahre.

7. October ($7^1/_4$ Uhr). — Man sieht den hellen Polarflecken; er berührt den Rand und ist äußerst klein.

$7^3/_4$ Uhr. — Man sieht den Polarflecken noch, aber er ist sehr klein; nach verschiedenen Versuchen glaube ich nicht, daß er mehr als 1″ mißt.

8. October ($23^h\,25^m$ Sternzeit, gegen $10^1/_2$ Uhr wahrer Zeit). — Der Polarflecken ist äußerst klein; er mißt nicht 1″. Ich glaube nicht, daß er den Rand des Planeten berührt; er steht ihm aber sehr nahe.

15. October. — Während der heutigen Messungen habe ich den hellen Flecken am Südpole nicht bemerkt; die Umstände waren bei dieser Beobachtung nicht günstig. Wenn aber die Dimensionen des Fleckens ebenso beträchtlich gewesen wären, wie in einigen der vorhergehenden Beobachtungen, so würde er sicherlich wahrgenommen worden sein.

16. October. — Den hellen Flecken am Südpole des Mars habe ich nicht bemerkt. War dies eine Folge seiner außerordentlichen Kleinheit, oder stand er hinter der sichtbaren Scheibe? Dies wird sich durch spätere Beobachtungen entscheiden lassen.

17. October (11$^1/_2$ Uhr). — Ich habe den Mars durch das Lerebours'sche Fernrohr mit 134facher Vergrößerung untersucht, aber keine Spur des hellen Fleckens am Südpole gefunden. Bei Einsetzung einer 191fachen Vergrößerung an die Stelle der vorhergehenden sah ich ihn ebenso wenig.

20. October (genau um Mitternacht, nach wahrer Zeit). — Von Zeit zu Zeit glaube ich schwache Spuren eines hellen Fleckens am Südpole des Mars zu bemerken, der in dem Fernrohre das Fig. 19 dargestellte Aussehen hat; sein Durchmesser ist aber so klein,

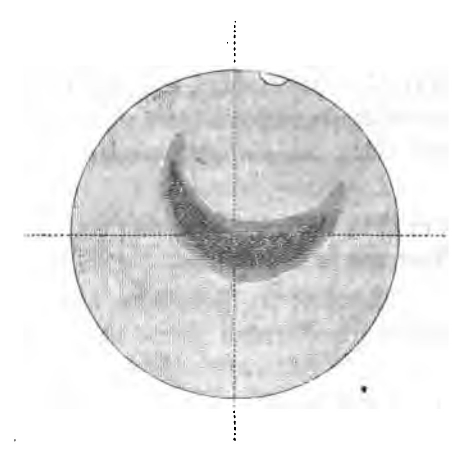


Fig. 19. Am 20. October 1815 von Arago auf dem Mars beobachtete Flecken.

seine Erscheinungen sind so vorübergehend, daß ich nicht wagen würde für ihre Realität einzustehen. Ich beobachtete in den Cabineten durch das Lerebours'sche Fernrohr mit 134facher Vergrößerung.

26. October (genau Mitternacht). — Der helle Flecken am Südpole des Mars (Fig. 20) berührt den Rand des Planeten und scheint auf Augenblicke sogar ein wenig über ihn hinauszuragen; sein Durchmesser ist höchstens eine halbe Secunde. Der dunkle Streifen berührt auf keiner Seite den Rand des Planeten.

Die Beobachtungen sind mit dem Lerebours'schen Fernrohre bei 191facher Vergrößerung gemacht.

3. November (11¼ Uhr). — Man sah den Polarflecken des Mars ein wenig; er schien mir den Rand des Planeten zu berühren.

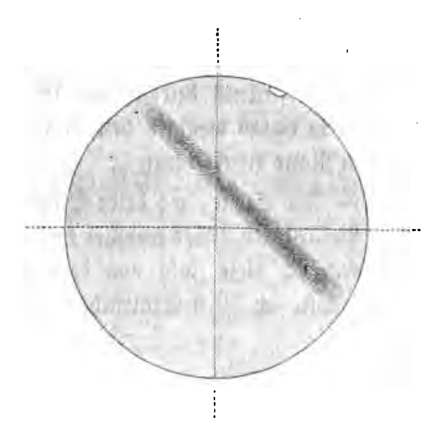


Fig. 20. Am 26. October 1815 von Arago auf dem Mars beobachtete Flecken.

6. November (7¾ Uhr). — Man sieht den kleinen weißlichen Polarflecken.

11¼ Uhr. — Man sieht die Details des schwarzen Fleckens wegen der Undulationen der Luft, welche das Bild des Mars oft verwaschen machen, nicht vollkommen.

1817.

11. December. — Man sieht nur einen sehr kleinen Theil des hellen Polarfleckens.

16. December. — Man ahnet kaum den hellen Polarflecken.

20. December. — Man sieht den hellen Flecken ein klein wenig am Rande des Planeten.

1845.

16. August. — Die theilweise Deckung der beiden Scheiben lieferte ein helles Segment, das an Breite und Intensität dem Polarflecken gleich war, wenn der Zeiger auf 365 stand. Zieht man diese

Zahl von 416 ab, wo der Zeiger für den Aequatorealdurchmesser steht, so erhält man 51 Skalentheile oder 3,93″ für die Breite des Fleckens.

17. August. — Das Uebereinandergreifen der beiden Bilder liefert ein helles Segment von gleicher Breite mit dem Polarflecken, wenn der Zeiger auf 368 steht; für den Aequatorealdurchmesser finde ich 416. Die Breite des Fleckens beträgt also 48 Skalentheile oder 3,70″. Der Flecken sieht etwas weniger hell aus als am gestrigen Abend, und scheint den Rand zu erreichen.

22. August. — Die Stelle, wo beide Scheiben über einander fallen, ist gleich dem Polarflecken, aber weniger hell, wenn der Zeiger auf 376,5 steht. Ziehe ich diese Zahl von dem Aequatorealdurchmesser 416,4 ab, so erhalte ich 39,9 Skalentheile oder 3,07″ für die Breite des Fleckens.

1847.

27. October. — Man erkennt den Polarflecken nicht.

28. October. — Man glaubt den oberen Polarflecken zu sehen.

Ueber den Einfluß der Fernröhre auf die Bilder.

Erstes Kapitel.

Vorwort.

Als Galilei zuerst die Fernröhre auf die Erforschung unseres Planetensystemes und des gestirnten Himmels anwandte, war die Wirkungsweise der beiden Linsen, woraus diese Instrumente bestehen, durchaus unbekannt; auch sieht man, daß sich Zweifel an der Richtigkeit der von dem berühmten florentiner Naturforscher angekündigten Resultate erhoben.

Eine Akademie, ich glaube es war die zu Cortona, — denn die Akademieen als Körperschaften täuschen sich bisweilen ebenso wie die einzelnen Individuen — sprach sogar aus, daß die von Galilei entschleierten Wunder in Wirklichkeit nicht vorhanden wären, sondern durch die angewandten Fernröhre erzeugt würden.

Der gelehrte Clavius, Verfasser eines großen Werkes über den Kalender, sagte zu einer gewissen Zeit, daß das Fernrohr die Jupitersmonde erzeuge, bevor es sie sehen lasse. (Venturi, Bd. 1. S. 142.)

Ein Philosoph aus Pisa, Namens Libri, zeigte in dieser Beziehung eine solche Hartnäckigkeit, daß er niemals dahin zu bringen war, durch ein Fernrohr zu blicken, um die Jupitersmonde zu sehen. (Venturi, Bd. 1. S. 144.)

Seitdem ist der Skepticismus zwar nicht wieder so weit getrieben worden; man darf sich aber mit Recht fragen, ob die Gegenstände in den katoptrischen und dioptrischen Fernröhren in ihrer wahren Gestalt und Größe erscheinen, da diese Instrumente, wie man zugeben muß, niemals die mathematische Vollendung haben, die man voraussetzt.

In Anbetracht des jetzt erstrebten Grades von Genauigkeit kann man sagen, daß die mit der größten Sorgfalt gemachten Reihen von Messungen nur dann ein vollkommenes Zutrauen verdienen, wenn der Beobachter sich durch directe Prüfungen versichert hat, daß das von ihm angewandte Fernrohr oder Teleskop nichts Irrthümliches in die Resultate einführt.

Bevor ich meine Mittheilungen über Gestalt, Dimensionen und physische Beschaffenheit der Planeten fortsetze, habe ich es daher für unerläßlich gehalten, in meinen Tagebüchern die Mittel zur Beseitigung der zuvor angedeuteten Bedenken aufzusuchen und die Fehler des von mir angewandten Instrumentes in ihre wahren Grenzen einzuschließen. Dies ist der Zweck der Abhandlung, die ich heute die Ehre habe, der Akademie vorzulegen *).

Zweites Kapitel.

Mein Fernrohr änderte die Form der Gegenstände nicht!

Auf der Südseite des Luxembourg brachte ich einen weißen, auf ein schwarzes Bret gezeichneten Kreis an, stellte dies Bret senkrecht auf die von seiner Mitte nach dem westlichen Thurme der Sternwarte, wo mein Fernrohr stand, gezogene Linie, und maß dann die Durchmesser dieses Kreises (s. oben S. 240 bis 242). Auf diese Weise ergab sich:

---

*) Diese, wie der Text sagt, zur Vorlage an die Akademie der Wissenschaften bestimmte Abhandlung ist von Arago nur vier Monate vor seinem Tode dictirt worden.

der verticale Durchmesser . . . . . . 41,67″
der horizontale Durchmesser 41,70
der unter 45° gegen den Horizont geneigte
Durchmesser 41,66

Man wird als gesetzmäßige Folgerung aus diesen Beobachtungen annehmen dürfen, daß ein kreisförmiger Gegenstand in dem Fernrohre vollständig kreisförmig geblieben ist, und daß dies Instrument seine Gestalt in keiner Weise geändert hat.

Drittes Kapitel.

Waren in meinem Fernrohre bemerkbare Wirkungen von sphärischer und chromatischer Aberration und von Irradiation vorhanden?

Die von der sphärischen Gestalt der Oberflächen und der ungleichen Brechung der verschiedenen Farben herrührenden Aberrationen müssen im Verein mit der Irradiation den Durchmesser eines weißen auf schwarzen Grund projicirten Kreises vergrößern, dagegen den Durchmesser eines schwarzen auf weißen Grund projicirten Kreises verkleinern. In dem Fenster des Luxembourg, wo sich der im vorigen Kapitel erwähnte weiße Kreis befand, stand auch ein schwarzer Kreis von gleicher Größe, den ich von derselben Stelle aus und mit demselben Fernrohre gemessen habe. Ich fand:

den horizontalen Durchmesser . . . . 41,56″
den verticalen Durchmesser 41,69

Die Differenz zwischen dieser Messung und den Messungen des weißen Kreises ist hinreichend klein, um uns zu dem Schlusse zu berechtigen, daß die drei zuvor genannten Fehlerquellen zusammen nicht eine Zehntelsecunde erreichten.

Dieser Schluß wird durch weitere Messungen bestätigt, welche ich nicht mehr an zwei Kreisen, sondern an geradlinigen weißen und schwarzen Streifen von gleicher Breite, von denen die ersteren sich auf einen schwarzen und die zweiten auf einen weißen Grund projicirten, angestellt habe.

Die Breite des weißen Streifens ergab sich zu 11,24″
Die Breite des schwarzen Streifens ergab sich zu 11,21

Am 17. November 1810 machte ich ferner mehrere Reihen von Messungen an dem horizontalen und verticalen Durchmesser einer hellen Scheibe, welche mittelst eines Schirmes aus dem Lichte einer mit Reflector versehenen und in einem der Säle des Luxembourg aufgestellten Lampe herausgeschnitten war. Der Durchmesser der Scheibe betrug 273mm. Bei einer ersten Reihe von Beobachtungen mit einer 140fachen Vergrößerung fand ich:

den horizontalen Durchmesser . . . . . 42,92″
den verticalen Durchmesser 42,91

Als ich in einer zweiten Reihe eine 200fache Vergrößerung anwandte, erhielt ich:

den horizontalen Durchmesser . . . . . 42,75″
den verticalen Durchmesser 42,73

Viertes Kapitel.

Uebt die Intensität des Lichtes einen Einfluß auf die Durchmesser der Scheiben aus?

Um diese Frage zu beantworten, habe ich den verticalen Durchmesser eines weißen Kreises erst mit einem aus vollkommen durchsichtigen Linsen gebildeten Oculare, und dann mit einem Oculare aus Linsen von sehr grünem Glase gemessen. Die ersten Messungen ergaben 41,67″, die zweiten mit dem grünen Glase 41,63″. Man sieht, daß die durch das grüne Glas in dem Lichte hervorgebrachte Schwächung keinen merklichen Einfluß auf die Messungen gehabt hat.

Fünftes Kapitel.

Hat die Helligkeit eines Gestirns Einfluß auf die Werthe der Durchmesser?

Die folgenden Beobachtungen werden dienen können, um die Frage zu entscheiden, ob die Helligkeit eines Gestirns auf die bei den Messungen seiner Durchmesser erhaltenen Werthe einen Einfluß ausübt.

26. März 1812.

Durchmesser der Venus. Man benutzt ein dunkelrothes Glas	14,26″
Derselbe Durchmesser durch ein schwach grünes Glas	13,89
Derselbe Durchmesser ohne farbiges Glas . . .	13,65

Der Planet ist stark undulirend.

17. Mai 1812.

Durchmesser der Venus; bei Tage gemachte Beobachtung	22,17″
Derselbe Durchmesser, bei Nacht ausgeführte Messung	22,12

5. Juni 1812.

Durchmesser der Venus ohne farbiges Glas (es ist noch Tag)	28,80″
Derselbe Durchmesser mit einem dunkelrothen Glase	28,40

Die Beobachtungen sind schwierig, wenn man das farbige Glas vor das Ocular setzt.

Durchmesser der Venus mit einem dunkelgrünen Glase	27,92″
Derselbe Durchmesser ohne farbiges Glas (es ist Nacht)	28,11

9. Juni 1812.

Durchmesser der Venus mit einem dunkelrothem Glase	29,70″
Derselbe Durchmesser ohne farbiges Glas . . .	30,01

Venus ist stark undulirend.

11. Juni 1812.

Durchmesser der Venus ohne farbiges Glas (es ist Tag)	30,59″
Durchmesser der Venus mit einem dunkelgrünen Glase (völlig Nacht)	30,36

Venus ist undulirend.

12. Juni 1812.

Durchmesser der Venus mit einem grünen Glase (es ist Tag)	31,00″
Derselbe Durchmesser ohne farbiges Glas . . .	31,06

28. Juni 1812.

Durchmesser der Venus ohne farbiges Glas . .	39,30″
Derselbe Durchmesser mit einem grünen Glase . .	39,15

29. Juni 1812.

Durchmesser der Venus mit einem grünen Glase .	39,27″
Derselbe Durchmesser ohne farbiges Glas . . .	39,42

Die Beobachtungen sind schwierig.

Die Helligkeitsveränderung im Lichte der Venus durch Einschaltung eines farbigen Glases hat, wie man sieht, nur eine Abnahme von 1 bis 2 Zehntelsecunden in der Messung der Durchmesser herbeigeführt.

Sechstes Kapitel.

Von der Wirkung der Diaphragmen auf die Größe der Bilder.

Zu den gegenwärtig vollständig bewiesenen Thatsachen in der Astronomie gehört auch, daß die Fixsterne in dem Abstande, der sie von uns trennt, keine meßbaren Durchmesser besitzen; und doch erscheinen ihre Durchmesser, durch welche Fernröhre man sie auch beobachten möge, unter sehr merklichen Winkeln.

Die enormen Unterschiede, welche anfänglich die Gestalten der mit Fernröhren beobachteten Sterne zeigten, und die von verschiedenen Astro-

nomen für den Durchmesser eines und desselben Sterns angegebenen Werthe konnten wohl vermuthen lassen, daß diese Durchmesser nicht in Wirklichkeit existirten. Hevel gelang es, die Gestalten der Sterne constant, rund und gut begrenzt zu machen, indem er vor das Objectiv seines Fernrohrs eine von einem kleinen runden Loche durchbohrte Metallplatte setzte; er war damals überzeugt, die Schwierigkeit des Problems besiegt zu haben. Hätte er indeß die erste Oeffnung durch eine noch kleinere ersetzt, so würde er seine Scheiben, ohne etwas von ihrer Schärfe zu verlieren, sich vergrößern gesehen haben.

Wie dem auch sein möge, er fand, daß:

Sirius einen Durchmesser hatte von . . .	6,3″
Capella " " " " . . .	6,0
Regulus " " " " . . .	5,1
Die Sterne zweiter Größe " . . .	4,5
u. s. w.	

Infolge von Beobachtungen durch ein Objectiv mit verkleinerter Oeffnung gab Gassendi dem Sirius einen Durchmesser von 10″.

Jakob Cassini legte nach Beobachtungen mittelst eines 34füßigen Fernrohrs und einer in Pappe geschnittenen und vor das Objectiv gestellten Oeffnung demselben Durchmesser einen Werth von 5″ bei.

Halley führte im Jahre 1720 (Philosophical Transactions Bd. 31. S. 3) die Sternbedeckungen durch den Mond als ein Mittel an, um zu beweisen, daß die ziemlich merklichen Durchmesser, welche die Sterne in den besten Fernröhren zeigen, in Wirklichkeit nicht existiren, vielmehr von einer optischen Täuschung herrühren. Ich weiß nicht genau, ob er der erste ist, der diese Idee gehabt hat.

Usher ist meines Wissens der erste, der in einer im zweiten Bande der Memoiren der irischen Akademie 1788 veröffentlichten Abhandlung im Allgemeinen die wahre Ursache der Erweiterung des Durchmessers der Fixsterne und der kreisförmigen Gestalt, die sie beim Betrachten durch ein Fernrohr mit beträchtlich verkleinerter Oeffnung darbieten, angegeben hat.

„Ich habe, sagt er, gefunden, daß die Vergrößerung der Bilder der Fixsterne im Brennpunkte der Fernröhre einer Beugung des Lichtes zugeschrieben werden muß. Als ich die Oeffnung des Diaphragmas

beträchtlich verminderte, wurde das Bild des Polarsterns so groß, so rund und so scharf begrenzt, daß ich die Durchgänge seiner beiden Ränder und seines Mittelpunktes getrennt beobachten konnte."

Seitdem sind mehr oder weniger vollständige, auf die Lehre von den Interferenzen gegründete Theorieen über die Entstehung der vergrößerten Bilder der Sterne im Brennpunkte der Objective veröffentlicht worden; unter diesen Veröffentlichungen würden wir ein sehr ausführliches und gelehrtes Werk von Schwerd*) anführen können.

Untersuchen wir nun, in welcher Weise eine kleine Oeffnung auf die Dimensionen des Bildes nicht mehr von einem bloßen Punkte, sondern von einem Planetenkörper, d. h. von einem Körper mit merklicher Scheibe, also z. B. auf die Dimensionen der Bilder von Venus und Mars, wirken muß.

Da jeder Punkt des Umfangs des Planeten als ein Stern ohne merkliche Ausdehnung betrachtet werden kann, so wird sein Focalbild durch die Wirkung der Ränder des Diaphragmas gerade so, wie das Bild eines Fixsternes vergrößert werden müssen. Ein Diaphragma, welches den Sternen einen falschen Durchmesser von 4″ gäbe, würde den scheinbaren Durchmesser der Venus, des Mars, des Jupiter und Saturn um dieselbe Größe vermehren müssen.

Diese Schlußfolgerung ist natürlich, und ich finde sie in folgenden Ausdrücken einer von dem berühmten Astronomen Bessel an A. v. Humboldt gerichteten Notiz ausgesprochen:

„Die Sterne zeigen in den besten Fernröhren falsche Scheiben, und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Vergrößerung der Scheiben nicht auch bei den Planeten eintreten sollte."

Eine von einer solchen Autorität ausgehende und so ausdrückliche Erklärung legte mir die Pflicht auf, in meinen älteren mikrometrischen Messungen nachzusuchen, um wie viel man sich von den wahren Dimensionen der Gestirne entfernen würde, wenn man sich auf ihre scheinbaren Dimensionen stützt. Dies ist der Hauptzweck der Erörterung, auf die ich jetzt eingehen will.

Das Fernrohr, dessen ich mich bei allen meinen mikrometrischen

*) Schwerd, die Beugungserscheinungen u. s. w. S. 74.
Anmerk. d. d. Ausg.

Beobachtungen bediente, hatte eine Brennweite von 2,35 Meter, und der Durchmesser seines Objectivs betrug 162 Millimeter.

Ein Diaphragma, das die nahe am Rande des Objectivs vorbeigehenden Strahlen auffängt, beseitigt oder vermindert die sphärische und chromatische Aberration, und muß folglich zur Verminderung der scheinbaren Größe der Bilder beitragen. S. 265 haben wir durch vergleichende Beobachtungen eines weißen Kreises auf schwarzem Grunde und eines schwarzen Kreises auf weißem Grunde gesehen, daß jene beiden Arten von Aberrationen in dem von mir benutzten Fernrohre, wenn ich die ganze Oeffnung des Objectivs frei ließ, unmerklich waren. Ich habe also nur die ganz specielle Wirkung, die ein Diaphragma würde ausüben können, zu untersuchen.

Ich wandte vier Diaphragmen an, von denen das erstere 45mm Oeffnung hatte; der Werth des Durchmessers des zweiten ist verloren gegangen; das dritte hatte eine Oeffnung von 20mm, und das vierte von 10mm Durchmesser.

Am 2. October 1811 zeigte mit dem Diaphragma Nr. 1 Arktur eine Scheibe von 3,95″.

Mit dem Diaphragma Nr. 3 maß die Scheibe 7,63″. Mit dem Diaphragma Nr. 2, dessen Oeffnung zwischen der von Nr. 1 und Nr. 3 lag, mußte folglich der Stern einen zwischen 3,95″ und 7,63″ liegenden Durchmesser, also von ungefähr 6″ haben.

Mit dem Diaphragma Nr. 4 betrug der Durchmesser der Scheibe 13,65″ *).

Am 23. November 1810 war der Durchmesser der Venus in demselben Instrumente, als ich die ganze Oeffnung des Objectivs frei ließ, 42,62″; und 42,41″, als ich das Diaphragma Nr. 2 anwandte.

Am 31. Mai 1812 war der ohne Diaphragma beobachtete

*) Es wäre sehr wünschenswerth gewesen, diesen Beobachtungen den Werth des Durchmessers des mit der ganzen Oeffnung des Objectivs beobachteten Firsterns hinzufügen zu können; dieser Durchmesser war aber, weil er zu unregelmäßig erschien, nicht gemessen worden. Warum gab ein Fernrohr, das einen Stern so schlecht begrenzt zeigte, ein leidlich scharfes Bild der Venus? Dies ist eine Frage, die ernstlich geprüft zu werden verdient.

Durchmesser der Venus 26,33″; mit dem Diaphragma Nr. 1 26,18″, und mit dem Diaphragma Nr. 2 26,06″ *).

Als es sich um einen Fixstern handelte, so vermehrte sich beim Uebergange vom Diaphragma Nr. 1 zum Diaphragma Nr. 2 der Durchmesser des Arktur um 2″; unter denselben Umständen nahm der Durchmesser der Venus, anstatt zu wachsen, vielmehr um 0,12″ ab. Man kann also annehmen, daß jeder einzelne Punkt der Scheibe des Planeten sich bei dieser Beobachtung nicht wie ein isolirter Punkt verhält; und Bessel's Vermuthung wird durch die Thatsachen widerlegt.

Würde man berechtigt sein, hieraus zu schließen, daß das reflectirte Licht sich anders verhalte als das directe und viel lebhaftere von den Fixsternen ausgehende? Keineswegs; es ist wahrscheinlich, daß jeder Punkt des Umfanges eines Planeten durch den Einfluß des Schirmes ganz ebenso wie das Bild eines Fixsterns erweitert wird, daß aber infolge der Schwäche des Lichtes dieses erweiterte Bild sich auf einen Punkt reducirt. Die dunklen und hellen Ringe, wovon das Bild eines Fixsterns umgeben ist, werden nicht wahrgenommen werden können, wenn man unter denselben Umständen einen Planeten beobachtet; denn die dunkeln Ringe, welche von den am äußersten Rande gelegenen Punkten ausgehen, müssen den hellen Ringen entsprechen, welche die im Innern der Scheibe gelegenen Punkte liefern, was ein schwaches und nicht unterbrochenes Licht zur Folge hat. Dies ist wahrscheinlich der Grund jenes unbestimmten Lichtscheines, wovon die Bilder der Himmelskörper in den besten Fernröhren umgeben sind, selbst in solchen, deren Objective und Oculare aus dem reinsten Glase bestehen. Wie es sich auch mit dieser Erklärung verhalten möge, so können wir aus dieser Thatsache die unerwartete Folgerung herleiten, daß die Durchmesser der glänzendsten Planeten, wie z. B. der Venus und des Mars, durchaus nicht erweitert werden, wenn man anstatt der ganzen Oeffnung des Objectivs nur den von einem Diaphragma freigelassenen Theil desselben benutzt.

---

*) Mit dem Diaphragma von 10^{mm} waren die Ränder des Planeten verwaschen; dabei war es aber sehr merkwürdig, daß man in diesem Falle das Ocular 2 bis 3 Centimeter einschieben konnte, ohne die Undeutlichkeit zu vergrößern.

Die Bestimmung der Dimensionen der Bahn des Venus und folglich die Bestimmung der Abstände dieses Planeten von der Erde zu den verschiedenen Zeiten des Jahres beruht in keiner Weise auf der Messung der Durchmesser des Planeten; man wird also auf diese Abstände zurückgehen können, um die Fragen in Bezug auf den Durchmesser zu lösen, ohne fürchten zu müssen, eines Kreisschlusses beschuldigt zu werden. Bereits seit vielen Jahren habe ich mich der Discussion der in verschiedenen Abständen gemessenen Durchmesser bedient, um zu beweisen, daß in meinem Fernrohre die Bilder der Venus keiner Irradiation unterworfen sind. Dasselbe Raisonnement wird dienen können, um darzuthun, daß die Diaphragmen auf diese Durchmesser keine merkliche Vergrößerung ausüben.

Gesetzt nämlich, man messe Venus unter Vorsetzung eines Diaphragmas, wenn ihr Durchmesser klein ist, und es sei der gemessene Durchmesser gleich dem wahren Durchmesser des Gestirns, vermehrt nur um eine halbe Secunde: so wird man, wenn man aus diesem gemessenen Durchmesser denjenigen berechnet, welchen der Planet haben müßte, wenn er der Erde näher steht, und z. B. einen doppelt so großen Winkel als bei der ersten Beobachtung umspannt, nicht nur den wahren, dem ersten Zeitpunkte entsprechenden Durchmesser, sondern auch die halbe Secunde der aus der Wirkung des Diaphragmas entstandenen falschen Lichthülle mit 2 multipliciren. Da das Diaphragma auf den Rand eines großen und eines kleinen Planeten dieselbe Wirkung ausüben muß, so würde folglich ein Unterschied von einer halben Secunde zwischen dem großen beobachteten und dem aus dem kleinen durch Rechnung hergeleiteten Durchmesser bestehen. Solche Unterschiede existiren nun aber nicht oder zeigen sich sogar in entgegengesetztem Sinne; wir dürfen daher behaupten, daß der kleine Durchmesser eines Planeten in keiner Weise durch den Einfluß des Diaphragmas vergrößert wurde, was vollständig mit den Resultaten aus den directen an einem und demselben Tage mit verschiedenen Oeffnungen des Objectivs ausgeführten Messungen des Planeten übereinstimmt.

Als ich daran dachte aus meinen älteren mikrometrischen Messungen Nutzen zu ziehen, fiel mir ein, daß es zweckmäßig sein dürfte,

mich zu vergewissern, daß die in Betreff der Wirkung der Diaphragmen erhaltenen Resultate nicht meinen Augen eigenthümlich wären, und ich bat daher Herrn Laugier, meine Beobachtungen mit dem bereits von mir früher benutzten Prismenfernrohre zu wiederholen. Folgendes sind die mir von ihm mitgetheilten Resultate:

Nummer der Diaphragmen.		Durchmesser der Diaphragmen.
1	. . . .	49,0mm
2	. . . .	39,5
3	. . . .	29,5
4	. . . .	19,0
5	. . . .	8,0

30. Januar 1851. — Sirius, ohne Diaphragma, schlecht begrenzt, und schwierig zu beobachten . 6,5″
Mit dem Diaphragma Nr. 1 ist der Durchmesser . 6,2
" " " Nr. 2 " " . 6,6
" " " Nr. 3 " " . 7,6
" " " Nr. 4 " " . 10,2
" " " Nr. 5 " " . 19,0

14. Januar 1851. — Polardurchmesser des Saturn ohne Diaphragma . . . . 16,8″
Mit dem Diaphragma Nr. 3 16,6

Man sieht, daß mit diesem Diaphragma der Durchmesser kleiner war, als ohne dasselbe, während man eine Vergrößerung von 7″ hätte erwarten sollen, wenigstens wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß der wahre Durchmesser des Fixsterns unmerklich war.

14. Januar 1851. — Polardurchmesser des Jupiter ohne Diaphragma . . . . 37,08″
Mit dem Diaphragma Nr. 3 37,17

Hier ist die Differenz der beiden Beobachtungen die umgekehrte von der vorhergehenden. Man darf also schließen, daß in Laugier's Beobachtungen ebenso wenig als in den meinigen ein durch die Anwesenheit der Diaphragmen auf den Durchmesser der Bilder ausgeübter Einfluß hervortritt.

Ueber Brewster's Treatise on new philosophical instruments.

[Der folgende Aufsatz über Brewster's Werk: A Treatise on new philosophical instruments for various purposes in the arts and sciences, with experiments on light and colours, ist im Jahre 1814 in dem Bulletin de la Société philomatique abgedruckt worden.]

In dem ersten Buche des Werkes, über das ich Bericht erstatten will, gibt der Verfasser eine detaillirte Beschreibung der Mikrometer, die theils bei dioptrischen oder katoptrischen Fernröhren, theils bei den eigentlichen Mikroskopen anwendbar sind. Einige dieser Instrumente sind ganz neu; andere bieten bloße Modificationen dar, über welche es uns schwer fallen würde, eine entschiedene Ansicht auszusprechen, bevor es uns möglich gewesen ist, Versuche zu beendigen, die bereits begonnen sind und uns vielleicht in der Folge Gelegenheit geben werden, auf diesen interessanten Gegenstand zurückzukommen. Aus gleichen Gründen werden wir uns gezwungen fühlen, rasch über das zweite Buch hinwegzugehen, worin der Verfasser die Beschreibung eines neuen Reflexionsgoniometers zur Messung von Krystallwinkeln, eines anderen zu gleichem Zwecke dienenden Instrumentes mit doppelten Bildern, eines Mikrometers mit Fäden zur Messung von Winkeln, sowie einiger anderen Apparate gibt, die dazu dienen sollen, den von zwei Linien gebildeten Winkel anzugeben, wenn das Auge nicht in ihren Durchschnittspunkt gestellt werden kann.

Im dritten Buche seines Werkes beschäftigt sich Brewster mit den Instrumenten, welche zur raschen Messung von Standlinien oder Entfernungen dienen können. Jeder weiß, daß es zur Lösung dieses Problems hinreicht, den Winkel zu messen, unter welchem ein Gegenstand von bekannten Dimensionen, der in zweckmäßiger Weise, z. B. vertical aufgestellt ist, erscheint; wobei freilich ein Fehler von einer gewissen Anzahl Secunden in der Bestimmung dieses Winkels unter sonst gleichen Umständen einen um so größern Fehler in der Berechnung der Entfernung erzeugt, je spitzer dieser Winkel ist. Unglücklicherweise wachsen in den meisten Mikrometern die Fehler, denen man ausgesetzt ist, über gewisse Grenzen, je mehr sich der Winkel öffnet. Daher scheint mir der Spiegelsextant, der diesen Fehler nicht hat und außerdem zu sehr nützlichen und mannichfachen Beobachtungen brauchbar ist, das geeignetste Instrument zur Lösung derartiger Fragen zu sein. Wie dem auch sein möge, mehrere sehr geschickte Physiker und Mechaniker haben den Gebrauch der Spiegelinstrumente durch Verfahren zu ersetzen gesucht, die, wenn sie auch nicht dieselbe Genauigkeit gewähren, doch wenigstens den Vortheil haben, fast keine praktische Uebung von Seiten desjenigen zu erfordern, der sie anwendet. Unter diesen Instrumenten verdienen das Rochon'sche Fernrohr mit Bergkrystallprisma, das die Astronomen zur Messung kleiner Winkel so vortheilhaft verwenden können, und das Mikrometer von Ramsden, das noch in der englischen Marine benutzt wird, den ersten Platz. Dies Mikrometer, das man ein Ocularheliometer würde nennen können, läßt sich an alle Arten von Fernröhren anbringen; es unterscheidet sich nämlich von einem gewöhnlichen Oculare nur dadurch, daß die Linse in der Mitte durchgeschnitten ist. Die Gegenstände erscheinen einfach, wenn die Centra beider Halblinsen zusammenfallen; sobald jedoch diese Centra etwas auseinander weichen, entstehen zwei Bilder, und ihr Abstand wird um so größer, je weiter die beiden Segmente des Oculars aus ihrer ursprünglichen Lage entfernt werden. Kurz man sieht, daß die Verrückung der Bilder, die man in dem Bouguer'schen Heliometer durch die Verschiebung der beiden Hälften des Objectivs erhält, in dem Ramsden'schen Instrumente durch die Verschiebung der beiden Hälften der Ocularlinse erzeugt wird. Brewster

hat nun eine dritte Combination ausgedacht, die gleichfalls gestattet, die Bilder eines entfernten Objects mehr oder weniger zu trennen; er setzt zu diesem Ende zwischen das Objectiv und das Ocular eines Fernrohrs ein zweites in der Mitte durchgeschnittenes Objectiv, das sich außerdem im Rohre der Länge nach verschieben läßt. Die Mittelpunkte der beiden Hälften des zweiten Objectivs fallen nicht zusammen, aber ihr Abstand von einander bleibt constant. Dies vorausgeschickt, sieht man leicht, daß wenn man dies Objectiv längs der Axe des Fernrohrs verschiebt, die Vergrößerung des Fernrohrs sich sehr merklich ändern wird, so daß man, um den betrachteten Gegenstand deutlich wahrzunehmen, fortwährend das Ocular verschieben muß; gleichzeitig ist aber klar, daß die Mitten der beiden Bilder sich einander nähern oder von einander entfernen werden, gerade so als ob es möglich gewesen wäre, die beiden Hälften in der Richtung ihres gemeinschaftlichen Durchmessers zu verschieben. Mit einem Wort, man setze eine doppelte Linse an die Stelle des doppelten Prismas aus gewöhnlichem Glase, dessen sich Rochon ehemals zur Construction seiner Mikrometer bediente, und man wird das neue Instrument des Dr. Brewster erhalten.

Jeder weiß, daß man beim Messen des Durchmessers eines Gegenstandes mit einem gewöhnlichen Mikrometer denselben möglichst genau zwischen zwei Fäden einzuschließen sucht, von denen der eine fest, der andere aber mittelst einer Schraube beweglich ist. Brewster schlägt nun vor, die beiden Fäden in unverändertem Abstande von einander zu lassen, und durch ein optisches Mittel die scheinbare Größe des zu messenden Gegenstandes so weit anwachsen zu lassen, daß er genau den Raum zwischen den beiden Fäden ausfüllt. Im ersten Falle wird der gesuchte Werth in Umdrehungen der Schraube ausgedrückt; im zweiten mißt man die Winkel durch die Aenderungen, welche man an den Vergrößerungen anbringen muß, um den scheinbaren Durchmesser des beobachteten Objects dem unveränderlichen Abstande der beiden festen Fäden gleich zu machen; und man hat nicht mehr die beträchtlichen Fehler zu befürchten, welche ein todter Gang der Schraube herbeiführen kann. Die allmäliche Veränderung der vergrößernden Kraft läßt sich überdies, wie Brewster angibt, erhalten,

indem man zwischen dem Objective des Fernrohrs und seinem Brennpunkte eine längs des Rohrs verschiebbare Linse anbringt. *)

Ich will mich nicht weiter auf eine eigenthümliche Art von Mikrometer, das Brewster zur Messung von Distanzen zur Nachtzeit geeignet glaubt, noch auch auf den Nutzen einlassen, den man aus der Brennpunktsveränderung eines Fernrohrs zur Lösung desselben Problems ziehen kann, wenn die Distanzen klein sind, sondern sogleich zu dem interessantesten Theile des Werkes, nämlich zu dem vom Verfasser in Bezug auf die brechenden und zerstreuenden Kräfte einer großen Zahl von Substanzen erhaltenen Resultate übergehen.

Das am gewöhnlichsten zur Messung der brechenden Kraft eines Körpers angewandte Mittel besteht darin, ihm eine prismatische Form zu geben, und dann die Ablenkung zu ermitteln, welche die Strahlen beim Durchgange durch denselben erleiden. Handelt es sich um eine Flüssigkeit, so kann man dieselbe nach dem Vorgange Euler's zwischen zwei Menisken bringen und aus der Beobachtung der Brennweite der zusammengesetzten Linse den Werth des Brechungsvermögens der Flüssigkeit herleiten. Diese beiden Verfahren, die genauesten, die man kennt, werden unzureichend oder unanwendbar, wenn es sich um solche Körper handelt, von denen man nur sehr kleine Bruchstücke besitzt, oder die nur sehr unvollkommen durchsichtig sind; in solchen Fällen kann man zu dem von Dr. Wollaston in den Philosophical Transactions von 1802 veröffentlichten Verfahren seine Zuflucht nehmen, da dasselbe gleich gut auf undurchsichtige und durchsichtige Substanzen, wie klein

*) Ein dem obigen ganz ähnliches Instrument war, wie man in dem Recueil de l'Académie des sciences für 1701 sehen kann, von Römer und La Hire angewandt worden. Brewster hat von diesen Abhandlungen sicherlich keine Kenntniß gehabt, denn er schlägt in einem andern Kapitel seiner Abhandlung vor, Glasfäden an die Stelle der in den Mikroskopen gewöhnlich gebrauchten Metall- oder Spinnfäden zu setzen, und zwar ohne La Hire anzuführen, der vor länger als hundert Jahren dieselbe Idee gehabt, und außerdem umständlich sinnreiche Mittel zur Herstellung dieser Fäden beschrieben hatte. Eben derselbe Astronom scheint sich auch zuerst mit den Mikrometern beschäftigt zu haben, die man mit der Spitze eines Diamants auf Glas ritzen kann. (Vergl. Mémoires de l'Académie, 1701, S. 119 ff.)

auch die zur Disposition stehenden Bruchstücke sein mögen, anwendbar ist. Das Verfahren des Dr. Brewster ist nun folgendes:

Wenn man eine ebene Glasplatte vor die Objectivlinse eines Mikroskops setzt, so bildet man einen kleinen planconcaven Raum, der auf der einen Seite von der converen Fläche der Linse, auf der andern von der ebenen Fläche der Platte begrenzt wird, und der, so lange er mit Luft gefüllt ist, die Brennweite des Instrumentes nicht ändert. Wenn man dagegen in diesen Raum irgend eine Flüssigkeit, z. B. Wasser einführt, so verhält es sich gerade so, als ob man zu den ursprünglichen Bestandtheilen des Mikroskops eine neue planconcave Wasserlinse hinzufügte, deren Wirkung darin bestehen wird, die Divergenz, unter welcher die von einem bestimmten Punkte ausgehenden Strahlen die Objectivlinse getroffen haben würden, merklich zu vermehren. Daraus folgt, daß wenn anfangs dieser Punkt deutlich erschien, man ihn, wofern er nach Einschaltung der Wasserlinse dieselbe Schärfe behalten soll, weiter vom Objective entfernen muß, um dadurch den Ueberschuß an Divergenz zu compensiren, den die Einschaltung jener Linse erzeugt hatte. Ferner ist klar, daß diese Divergenz um so größer sein wird, je beträchtlicher die brechende Kraft dieser Linse an sich ist, so daß man die verschiedenen Distanzen, in welche man den Gegenstand für das deutliche Sehen stellen muß, als Maaß für diese Kraft wird nehmen können. Hieraus läßt sich dann das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels durch ziemlich einfache Formeln herleiten.

Wenn die Substanz, deren Brechung man auf diese Weise bestimmen will, weich und wenig durchsichtig ist, so drückt man das Planglas mittelst einer Schraube gegen das Objectiv des Mikroskops, und reducirt dadurch die eingeschaltete Schicht auf eine äußerst geringe Dicke.

Auf diese Weise hat Brewster vollkommen durchsichtige planconcave Linsen von Aloe, Pech, Opium, Kautschuck u. s. w. erhalten.

Als Brewster diese mikroskopische Methode zur Bestimmung der brechenden Eigenschaften der verschiedenen Substanzen, woraus das Auge besteht, anwandte, fand er, daß die wässerige Feuchtigkeit und

der Glaskörper genau dieselbe Brechung besitzen, und daß sie etwas größer als die des reinen Wassers ist.

Was die weißliche Flüssigkeit anlangt, die zwischen der Krystalllinse und ihrer Kapsel enthalten ist, so bricht sie merklich stärker als die vorhergehenden.

Bei diesen Versuchen, ebenso wie bei denen, welche andere Physiker bereits an Thieren verschiedener Gattungen angestellt hatten,*) ergab sich, daß die Dichtigkeit der Krystalllinse von der Oberfläche gegen das Centrum hin, sehr rasch zunimmt, so daß diese Zunahme, welche sehr wesentlich zur Schärfe des Sehens beitragen muß, als ein allgemeines Gesetz der thierischen Organisation betrachtet werden kann.

Hawksbee hatte bereits vor langer Zeit die Brechungsexponenten einer großen Zahl von wesentlichen und flüchtigen Oelen bestimmt; Brewster hat diese Liste beträchtlich vermehrt und mehrere interessante Resultate gefunden. Die große brechende Kraft des Cassiaöles z. B. wird nützliche Verwendungen bei mehreren optischen Untersuchungen finden können; denn diese Flüssigkeit bricht das Licht stärker als das schwerste Flintglas, das die Optiker bis jetzt zur Construction astronomischer Fernröhre verwendet haben.

Das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels beim Uebergange eines Strahles aus Luft in Phosphor ist nach Brewster 2,234; woraus man sieht, daß die Brechung dieser brennbaren Substanz zwischen der Brechung des Diamants und des Schwefels liegt. Wollaston hatte eine viel kleinere Zahl gefunden; dieser Unterschied rührt indeß wahrscheinlich von der Anwesenheit einer dünnen Schicht phosphoriger Säure her, und man würde Unrecht thun, hieraus etwas gegen die Richtigkeit der Principien, worauf sich seine Methode stützt, schließen zu wollen.

Das chromsaure Bleioxyd (das Rothbleierz aus Sibirien) besitzt eine ungefähr drei Mal stärkere Doppelbrechung als der Kalkspath; und es verdient hervorgehoben zu werden, daß jede dieser Brechungen stärker ist, als die des Diamants.

---

*) Die Flüssigkeiten, deren Brechung Brewster gemessen hat, waren aus den Augen eines jungen Schellfisches und eines Lammes genommen.

Das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels für Realgar ist 2,549, während dasselbe Verhältniß für den Diamant nur 2,50 erreicht; woraus folgt, daß unter allen bekannten Körpern das chromsaure Bleioxyd und der Realgar das Licht am stärksten brechen.

Das dritte Kapitel des vierten Buches ist der Untersuchung der zerstreuenden Kräfte gewidmet. Um sie zu bestimmen, bedient sich Brewster eines Prismas mit veränderlichem Winkel, das uns nicht sehr wesentlich von dem sinnreichen Instrumente verschieden zu sein scheint, das Rochon 1776 der Akademie der Wissenschaften vorlegte, und später in dem 1783 gedruckten Recueil de Mémoires sur la mécanique et la physique unter dem Namen Diasporameter beschrieben hat. Bei beiden Methoden ändert man den Winkel des Prismas, welches demjenigen, dessen Dispersion man wissen will, entgegensetzt wird, indem man jenes erste Prisma parallel mit der Ebene, welche seinen Winkel in zwei gleiche Theile theilt, oder was auf dasselbe hinauskommt, parallel mit einer seiner Flächen umdreht.

Indeß findet zwischen den beiden Instrumenten der wesentliche Unterschied statt, daß das Brewster'sche die Farben nur in einer einzigen Richtung aufhebt und man deshalb nach einem geradlinigen Objecte visiren muß, während die Gestalt der Mire gleichgültig ist, wenn man sich des veränderlichen Prismas von Rochon bedient, das die Farben nach allen Richtungen zum Verschwinden bringt. Man wird also, wenn man es für zweckmäßig erachtet, das Fernrohr des Diasporameters z. B. auf die Sonne oder den Mond richten und folglich den Augenblick des Eintretens des Achromatismus sehr genau beobachten können; denn die Farben sind in einer gegebenen Stellung der Prismen um so auffallender, je heller das Licht ist.

Das chromsaure Bleioxyd und der Realgar, welche beide das Licht so stark brechen, nehmen in der Tabelle der zerstreuenden Kräfte wieder den ersten Rang ein. Für das erste dieser Mineralien hat Brewster gefunden, daß die Dispersion gleich sechs Zehnteln der Brechung ist; was enorm erscheinen wird, wenn man diese Dispersion mit der des Crownglases vergleicht, die nach der Bestimmung von

Newton und mehreren andern Physikern sogar nicht drei Hundertstel der Refraction beträgt.

Die Dispersion des Cassiaöls wird nur durch die des chromsauren Bleioxyds und des Realgars übertroffen; und da Bruchstücke dieser Körper selten und sehr wenig durchsichtig sind, so würde man streng genommen sagen können, daß unter allen Substanzen, von denen man in der Optik einigen Vortheil ziehen kann, das Cassiaöl das größte Zerstreuungsvermögen besitzt.

Wir führten oben an, daß die wässerige Feuchtigkeit und der Glaskörper dieselbe Brechung haben. Ihre Zerstreuungsvermögen scheinen ebenfalls unter sich und mit dem des destillirten Wassers vollkommen gleich zu sein, so daß diese beiden Flüssigkeiten genau dieselben optischen Eigenschaften besitzen.

In der Tabelle Brewster's, wie in der 1802 von Wollaston in den Philosophical Transactions veröffentlichten nehmen die Flußsäure als Bestandtheil enthaltenden Substanzen den letzten Platz ein; die Dispersion des Flußspaths übersteigt nach diesen Bestimmungen nicht den hundertsten Theil der Brechung.

Brewster hat durch seine Methode zwei sehr verschiedene Werthe für das Zerstreuungsvermögen des Kalkspaths, des Weißbleierzes u. s. w. gefunden, von denen der eine der regelmäßigen und der andere der unregelmäßigen Brechung angehört; er schließt daraus, daß die mit Doppelbrechung begabten Substanzen auch zwei Dispersionsvermögen besitzen; der Verfasser betrachtet dies Resultat als das interessanteste und eigenthümlichste, das man aus seinen Versuchen herleiten könne.*)

---

*) Rochon war Brewster in der Entdeckung der doppelten Zerstreuung der Krystalle zuvorgekommen (vergl. das oben S. 281 citirte Recueil vom Jahr 1783, S. 316). Diese doppelte Zerstreuung ist sogar das Haupthinderniß, auf das man stößt, wenn man zur Messung des Sonnendurchmessers Doppelspathprismen an die Stelle der Bergkrystallprismen, die man mit so großem Erfolg zur Messung kleiner Winkel verwendet, zu setzen versucht. Durch die Farben, die sich nicht beseitigen ließen, gezwungen, der Benutzung des Kalkspathes zu entsagen, hat Rochon verschiedene Mittel erdacht, um beim Bergkrystall die Trennung der beiden Bilder zu

Das vierte Kapitel des vierten Buches, über das uns noch zu berichten bleibt, ist ausschließlich den Erscheinungen der Polarisation des Lichtes gewidmet. Brewster führt zunächst an, daß ein Lichtstrahl beim Durchgange durch eine Achatplatte, die senkrecht auf die Blättchen, woraus sie besteht, geschliffen ist, vollständig polarisirt wird. Man kann hinzufügen, daß diese Art der Polarisation derjenigen gerade entgegengesetzt ist, welche die Strahlen bei der Zurückwerfung von den Blättchen würden angenommen haben, so daß in diesem Versuche der Achat genau wie eine Säule aus Glasplatten wirkt.

Ein polarisirter Lichtstrahl, der auf einen Achat fällt, geht zum Theil durch ihn hindurch, oder wird total reflectirt, wie Brewster sagt, je nachdem die Blättchen zur Polarisationsebene parallel oder senkrecht sind. Gerade ebenso würde sich, wie man sich leicht überzeugen kann, eine Säule aus Glasplatten, deren Elemente mit den Blättchen des Achats parallel liegen, verhalten.

Wenn man so Schritt für Schritt den vom Achat dargebotenen Erscheinungen folgt, so erkennt man bald, daß er dem Lichte keine neue Eigenschaft einprägt und einfach mit der Säule aus Glasplatten verglichen werden muß, deren Eigenschaften Malus im Anfange des Jahres 1811 beschrieben hatte. (Vergl. den Moniteur vom 11. März; ferner den Aufsatz über die Polarisation Bd. 7 der sämmtl. Werke, S. 274.)

Wenn man einen bereits polarisirten Strahl der Wirkung eines doppeltbrechenden Krystalles unterwirft, so spaltet er sich in zwei Strahlen, von denen der eine im Hauptschnitte, der andere aber in einer senkrecht auf demselben stehenden Ebene polarisirt ist, jedoch mit Ausnahme der beiden Fälle, wo die ursprüngliche Polarisationsebene selbst zu dem Hauptschnitte senkrecht oder parallel ist. Man erhält dadurch ein sehr einfaches Mittel, um zu erkennen, ob ein Körper Doppelbrechung besitzt, wie auch seine Dicke und seine äußere Form beschaffen sein möge. Der Moniteur vom 31. August 1811 hat einen Auszug aus der Abhandlung gegeben, worin ich diesen Gegenstand

---

vergrößern, jedoch ohne auch selbst in diesem Falle den Einfluß der doppelten Dispersion gänzlich beseitigen zu können.

behandelt habe. (Der Artikel des Moniteur ist Bd. 7 der sämmtl. Werke S. 317 abgedruckt; die Abhandlung selbst findet sich Bd. 10, S. 31.)

Wenn ein Körper aus Molecülen zusammengesetzt ist, deren Axen nicht parallel sind, so scheint er das Licht nach allen Richtungen zu depolarisiren; dies ist der Fall mit dem Horn, dem Elfenbein (s. die Abhandlung von Malus, Moniteur vom 4. September 1811), der durchscheinenden Seife und selbst, wie ich Gelegenheit gehabt habe, mich davon zu überzeugen, mit gewissen Stücken gewöhnlichen Glases. *)

Einige Körper endlich, wie der Diamant, das Steinsalz, der Bernstein, der Flußspath u. s. w. scheinen keine besondere Wirkung auf das durch sie hindurchgehende Licht auszuüben; dies hängt nicht, wie Dr. Brewster zu glauben scheint, von der Richtung der Schnitte ab, sondern allein von dem Umstande, daß diese Körper keine Doppelbrechung besitzen.

Die Versuche, welche der Verfasser in Bezug auf die farbige Depolarisation des Lichtes durch den Glimmer berichtet, sind nicht von denen verschieden, die mehr als zwei Jahre früher in Frankreich gemacht und im Auszuge durch den Moniteur vom 31. August 1811 veröffentlicht worden sind.

Das von den Metallen reflectirte Licht ist partiell polarisirt; wenn man aber dies Licht mittelst eines doppeltbrechenden Krystalles untersucht, so ist der Intensitätsunterschied der beiden Bilder dermaßen schwach, daß er bei den ersten Versuchen Malus entgehen konnte. Derselbe Physiker hat dann später gezeigt, daß die Metalle die Strahlen unter denselben Umständen wie die durchsichtigen Körper depolarisiren, und hatte geglaubt daraus schließen zu dürfen, daß sie ebenso wie jene auch auf natürliche Lichtstrahlen einwirken. Seitdem ist die Richtigkeit dieser Vermuthung durch Einschaltung eines Glimmer- oder Gypsblättchens u. dergl. zwischen dem Metallspiegel und den zur

*) Das Glas, das zusammengepreßt wird, hat, welches auch seine Beschaffenheit sein möge, fast stets Axen und scheint folglich den krystallisirten Körpern verglichen werden zu müssen.

Analyse des reflectirten Lichtes dienenden Kalkspathkrystalles nachgewiesen worden. Vor der Einschaltung eines solchen Blättchens würde das Vorhandensein einer gewissen Anzahl polarisirter Strahlen sich durch einen schwierig wahrzunehmenden Helligkeitsunterschied der beiden Bilder kund gegeben haben; die Anwesenheit des Blättchens verwandelt nun aber diesen Intensitätsunterschied in einen Farbenunterschied, der um so leichter zu erkennen ist, als die Farben der beiden Bilder complementär und folglich von einander sehr verschieden sind. Dies sind die beiden Mittel, die man in Frankreich angewandt hat, um zu erkennen, erstens daß Metallspiegel und durchsichtige Spiegel analoge Wirkungen auf das bereits polarisirte Licht ausüben, und zweitens, was nicht als eine unmittelbare Folgerung aus dem ersten Resultate betrachtet werden darf, daß das natürliche Licht selbst nach seiner Reflexion auf einem Metallspiegel partiell polarisirt ist.*) Dies letztere Verfahren ist dasjenige, welches Brewster in seinem Werke anführt.**)

Dasselbe Verfahren, auf die Analyse des von der Atmosphäre reflectirten Lichtes angewandt, zeigt, daß dies Licht partiell polarisirt ist. (Vergl. meine Abhandlung von 1811, Bd. 10 der sämmtl. Werke, S. 31.) Brewster scheint zu glauben, daß dies Resultat, zu dem er auf dieselbe Weise gekommen ist, zum Nachweise der Unrichtigkeit der von Eberhard und Euler ausgesprochenen Ansicht, daß unsere Atmosphäre eine eigenthümliche Farbe besitze, dienen könne. Würde aber dazu nicht erforderlich sein, daß die Strahlen, welche das Blau des Himmels bilden, vollständig polarisirt wären? Um so weniger kann

*) Vergl. in dem Nouveau Bulletin des Sciences Bd. 2, S. 320 die Abhandlung, worin Malus seine Versuche über die Depolarisation der Strahlen durch durchsichtige und undurchsichtige Spiegel angegeben hat; und in meiner Abhandlung von 1811 (Bd. 10 der sämmtl. Werke, S. 44) die Bemerkungen, die ich Gelegenheit hatte über die partielle Polarisation, welche das natürliche Licht bei seiner Reflexion auf einem Metalle erleidet, zu machen.

**) Um das, was auf die Metalle Bezug hat, zu vervollständigen, würde man den Polarisationswinkel für jedes derselben angeben und die relative Menge polarisirten Lichtes bestimmen müssen, welche unter allen Einfallswinkeln in dem reflectirten Bündel vorhanden ist.

man daraus etwas gegen die ältere und überdies so unbestimmte Erklärung von Otto v. Guericke, Wolf, Musschenbroeck u. s. w. schliessen. *)

Kaum hatten Malus' Versuche dargethan, daß die reflectirten Strahlen andere Eigenschaften besitzen als die directen, als man auch daran dachte, das Licht des Mondes mit einem doppeltbrechenden Krystalle zu analysiren, um die von einigen Beobachtern aufgestellte Ansicht, daß die dunklen Partieen dieses Gestirns Meere seien, einer entscheidenden Prüfung zu unterwerfen. Die Wahrheit zu sagen, war dieser Versuch fast überflüsig, denn die Astronomen, welche in den letzten Zeiten sich viel mit der Messung der Durchmesser der Gestirne mittelst des Rochon'schen Prismenfernrohrs beschäftigt hatten, würden nicht ermangelt haben, ein so auffallendes Phänomen, wie das gänzliche Verschwinden einiger Flecken in dem einen Bilde des Mondes wahrzunehmen, wenn überdies im Gegensatze dazu dieselben Punkte im andern Bilde eine doppelt so große Intensität als die umliegenden Theile erhalten hätten. Wie dem auch sein möge, bei häufigen Wiederholungen dieser Versuche in allen Stellungen des Mondes und mit Fernröhren, welche die kleinsten Partieen dieses Gestirns zu unterscheiden erlaubten, hat man niemals, ich sage nicht eine vollständige Polarisation, sondern selbst nur eine so weit merkliche partielle Polarisation, daß sie sich leicht durch einen Intensitätsunterschied erkennen ließ, wahrgenommen. Setzt man dagegen ein passendes Blättchen von Glimmer oder Gyps oder eine Bergkrystallplatte vor das Objectiv des Prismenfernrohrs, so sieht man die beiden Bilder des Mondes in ihrer ganzen Ausdehnung sehr blasse Complementärfarben annehmen, die jedoch in den dunkleren Partieen, wie dem Mare crisium,

*) Die Methode, deren ich mich bedient habe, um die Menge von Strahlen zu bestimmen, die unter allen möglichen Einfallswinkeln in den von Metallspiegeln reflectirten Bündeln enthalten sind, hat mir auch mit Genauigkeit den Polarisationswinkel für die Luft geliefert, so wie das Gesetz, nach welchem das Verhältniß des polarisirten Lichtes zum gesammten Lichte sich ändert, je nachdem die beobachteten Punkte mehr oder weniger von der Sonne entfernt sind. (Vergl. den Aufsatz über die Polarisation im 7. Bd. der sämmtl. Werke, S. 258, 313, 327, 355, und in den Abhandlungen Bd. 10, S. 427 bis 444, und S. 448 bis 459.)

dem Mare serenitatis u. s. w. sichtbarer sind, als in den glänzenden Flecken Manilius, Aristarch u. s. w. Ich brauche wohl nicht zu sagen, daß der Versuch nur in der Nähe der Quadraturen gelingt, und daß am Tage der Opposition z. B. die beiden Bilder des Mondes weiß und von genau gleichen Intensitäten sein würden. Ich habe mich über diesen Gegenstand, womit Brewster, wie er ankündigt, sich beschäftigen will, in einige Details eingelassen, um durch ein sehr einfaches Beispiel den Nutzen zu zeigen, den man aus den neuen Eigenschaften des Lichtes in mehreren Untersuchungen der physischen Astronomie wird ziehen können.

Brewster hat einen ganzen Paragraphen des Buches, mit dem wir uns beschäftigen, der Beschreibung der Farben gewidmet, die in den Sprüngen gewisser Kalkspathkrystalle entstehen; diese Erscheinungen, die vor längerer Zeit von Benjamin Martin und Brougham untersucht worden, sind seitdem durch Malus mit den gewöhnlichen Gesetzen der Doppelbrechung in Beziehung gesetzt worden. (Vergl. den Traité de la double réfraction.)

Wir bedauern, daß die zu große Ausdehnung dieses Artikels uns des Vergnügens beraubt, über das fünfte Buch Bericht zu erstatten, in welchem der Verfasser die interessanten Versuche über die sehr ungleichen Brechungen, welche die Strahlen einer und derselben Farbe beim Durchgange durch verschiedenartige Substanzen erleiden, zusammengestellt hat. Die Optiker werden in diesem Buche, dem letzten des Werkes, merkwürdige Beobachtungen finden, woraus sie in einer Menge von Fällen bei der Wahl von Combinationen, welche bei der Construction der optischen Instrumente zu einem möglichst vollkommenen Achromatismus führen, werden Nutzen ziehen können.

Ueber die Irradiation.*)

Einige Astronomen haben zu bemerken geglaubt, daß leuchtende Objecte, die sich auf einen dunkeln Grund projiciren, größer erscheinen, als sie in der That sind, und daß umgekehrt ein dunkler Körper kleiner erscheint, als er wirklich ist, wenn er auf einen hellen Grund projicirt wird. Diesen Unterschied, aus welcher Ursache er auch entstehen möge, hat man mit dem Namen der Irradiation bezeichnet.

Um die scheinbare Zunahme der Dimensionen eines leuchtenden Körpers zu erklären, nimmt man an, daß die von seinen Rändern ausgehenden Strahlen, wenn sie sich auf der Netzhaut abbilden, auch denjenigen Punkten dieses Organs, welche an die von jenen Strahlen unmittelbar getroffenen Stellen grenzen, eine kleine Erschütterung mittheilen, so daß der Durchmesser sich stets gegen den Theil der Netzhaut hin ausdehnen muß, der kein Licht empfängt. Setzt man diese Erklärung als richtig voraus, sollten dann nicht die Planeten, anstatt unter der Form gut begrenzter Scheiben zu erscheinen, in der Nähe ihrer Ränder eine Abstufung des Lichtes darbieten müssen? indeß haben die Beobachtungen eine solche nicht wahrnehmen lassen. Wenn der Punkt der Netzhaut, den der Lichtstrahl direct trifft, die Empfindung dem nächsten Punkte übertragen kann, muß dann nicht dieser zweite Punkt seinerseits eben diese Empfindung, wenn auch etwas geschwächt, einem dritten Punkte mittheilen, der sie zu einem vierten überträgt, u. s. f.?

*) Nicht veröffentlichte Notiz von 1813.

Wenn man mit bloßen Augen die Scheibe des Mondes betrachtet, so bemerkt man, daß der unmittelbar von der Sonne beleuchtete Theil über den andern, der nur die von der Erde reflectirten Strahlen empfängt, hervorragt. Diese sehr alte Beobachtung hat vielleicht zuerst auf die Idee der Irradiation geführt. Sollte es aber nicht möglich sein, sie zu erklären, ohne der Annahme zu bedürfen, daß beim deutlichen Sehen unter sonst gleichen Umständen die Gegenstände um so viel größer erscheinen, je leuchtender sie sind?

Mit bloßen Augen gesehen, scheint der hell erleuchtete Theil des Mondes einem größern Kreise anzugehören, als das Segment, welches nur das aschfarbene Licht empfängt.

Wenn man diesen Himmelskörper mit einem nicht achromatischen Nachtfernrohre betrachtet, so erscheint der eben berührte Unterschied noch größer als mit bloßen Augen; man wird dann aber sehr merkliche Farben auf dem hellen Rande wahrnehmen, während der andere Rand ganz so deutlich erscheint, als ob das angewandte Fernrohr vollständig achromatisch wäre. Schiebt man das Ocular ein, oder zieht es heraus, so werden auf dem beleuchteten Rande die Farben ihre Beschaffenheit ändern, während der andere Theil der Scheibe immer auf dieselbe Weise sich zeigt. Könnte nicht ein Theil dieser Wirkungen beim Sehen mit bloßen Augen eintreten, und sollte man nicht dem Mangel an Achromatismus des Auges und an Schärfe der Bilder das scheinbare Hervorragen, das man an dem von der Sonne direct erleuchteten Segmente der Mondscheibe bemerkt, zuzuschreiben haben?

---

um in allen Richtungen deutlich zu sehen. Derselbe Physiker schlägt gegenwärtig in der Abhandlung, welche den Gegenstand dieser Notiz ausmacht, vor, analoge Modificationen an der Camera obscura und an den Mikroskopen anzubringen.

Wenn man annimmt, daß in einer gewöhnlichen aus einer biconvexen Linse gebildeten dunkeln Kammer der mit der Linse parallele Schirm, auf welchem die Bilder entfernter Gegenstände aufgefangen werden, in einem solchen Abstande sich befindet, daß die nahe an der Axe gelegenen Punkte deutlich erscheinen, so werden die seitlichen Objecte sich verwaschen zeigen, und zwar in einem um so höheren Grade, je weiter sie vom Mittelpunkte des Bildes abstehen. Dieser Mangel an Schärfe rührt von zwei Ursachen her, nämlich erstens, wie ich schon oben bemerkt habe, davon, daß die Strahlen, welche schief durch die Linse gehen, sich näher an ihrer Oberfläche vereinigen, als diejenigen, welche sie senkrecht treffen, und zweitens davon, daß die Punkte des Schirms um so weiter von dem Mittelpunkte der Linse entfernt sind, je weiter sie von demjenigen Punkte des Schirms abliegen, welchen die Axe der Linse trifft. Man kann nun diese Fehler großentheils verbessern, wenn man einerseits dem Schirme eine passende Krümmung gibt, und andererseits nach dem Vorschlage des Dr. Wollaston an die Stelle der Linse einen Meniskus setzt, dessen concave Seite dem Objecte, und dessen convexe Seite dem Bilde zugekehrt ist. Es ist nämlich leicht zu sehen, daß in einem so gestalteten Glase die schiefen Bündel sich in größerem Abstande als die parallel mit der Axe einfallenden vereinigen werden, und daß man durch die Wahl angemessener Krümmungen den größern Abstand compensiren kann, in welchem die Punkte des Schirmes stehen, wo die schiefen Bündel sich abbilden müssen.

Dr. Wollaston versichert, sich durch den Versuch überzeugt zu haben, daß diese neue Construction vor der alten auffallende Vorzüge besitze. Der Meniskus, dessen er sich bediente, hatte $0{,}56^{m}$ Brennweite bei $0{,}08^{m}$ Oeffnung, und die Krümmungen seiner Oberflächen

bleiben, zuerst die Gründe angegeben zu haben, weshalb den Menisken vor den gewöhnlichen Linsen der Vorzug zu ertheilen ist.

insofern zweckmäßig ist, als sie gestattet, mehrere Gegenstände, sei es gleichzeitig oder nach einander wahrzunehmen, ohne daß der Beobachter den Kopf zu drehen braucht; nur ist klar, daß alsdann die verschieden gelegenen Punkte durch mehr oder weniger den Rändern der Linse benachbarte Theile gesehen werden, und daß man, weil diese verschiedenen Theile ungleiche Brennpunkte besitzen, alle Objecte, die man mit einem Blicke umfassen kann, nicht mit gleicher Schärfe wahrnehmen wird. Wenn z. B. die Strahlen, welche parallel mit der Axe des Glases einfallen, sich genau auf der Netzhaut vereinigen, so werden diejenigen, welche in einer andern Richtung kommen, bereits zusammentreffen, bevor sie die Netzhaut erreichen; die Punkte, von welchen die ersten Strahlen ausgehen, werden scharf erscheinen, während die andern gleichzeitig ein um so verwascheneres Bild liefern müssen, je größer der Winkel ist, den sie mit der Axe machen. Das Auge kann allerdings infolge seiner eigenthümlichen Beschaffenheit seine Gestalt successive der besondern Convergenz der Strahlen, welche durch die verschiedenen Theile der Linse hindurchgehen, anpassen; dies muß aber auf die Länge dieses Organ beträchtlich ermüden, und verbessert auch nicht den Mangel der Brillengläser, gleichzeitig nur ein einziges Object scharf zu zeigen.

Dr. Wollaston hatte 1804 eine Construction angegeben, die zum Theil diese Uebelstände zu beseitigen scheint, und darin besteht, einen convexconcaven Meniskus an die Stelle der gewöhnlich benutzten biconvexen Linsen zu setzen. Wenn die convexe Oberfläche des Meniskus dem Objecte zugekehrt ist, so stehen seine verschiedenen Theile den verschiedenen Punkten, welche Strahlen in das Auge senden können, fast senkrecht gegenüber, und die sphärische Abweichung wird, wenn nicht ganz beseitigt, doch wenigstens beträchtlich verringert sein. Dies sind die Principien jener eigenthümlichen Art von Brillengläsern, welche Dr. Wollaston periskopische*) genannt hat, weil sie dienen können,

*) Es scheint, als ob die Optiker vor sehr langer Zeit diese Art Gläser bereits benutzt, und später an ihre Stelle die biconvexen Linsen gesetzt haben, weil die Menisken schwerer anzufertigen sind. Wie es übrigens auch mit dem Datum dieser Entdeckung sich verhalten möge, dem Dr. Wollaston wird immer das Verdienst

um in allen Richtungen deutlich zu sehen. Derselbe Physiker schlägt gegenwärtig in der Abhandlung, welche den Gegenstand dieser Notiz ausmacht, vor, analoge Modificationen an der Camera obscura und an den Mikroskopen anzubringen.

Wenn man annimmt, daß in einer gewöhnlichen aus einer biconvexen Linse gebildeten dunkeln Kammer der mit der Linse parallele Schirm, auf welchem die Bilder entfernter Gegenstände aufgefangen werden, in einem solchen Abstande sich befindet, daß die nahe an der Axe gelegenen Punkte deutlich erscheinen, so werden die seitlichen Objecte sich verwaschen zeigen, und zwar in einem um so höheren Grade, je weiter sie vom Mittelpunkte des Bildes abstehen. Dieser Mangel an Schärfe rührt von zwei Ursachen her, nämlich erstens, wie ich schon oben bemerkt habe, davon, daß die Strahlen, welche schief durch die Linse gehen, sich näher an ihrer Oberfläche vereinigen, als diejenigen, welche sie senkrecht treffen, und zweitens davon, daß die Punkte des Schirms um so weiter von dem Mittelpunkte der Linse entfernt sind, je weiter sie von demjenigen Punkte des Schirms abliegen, welchen die Axe der Linse trifft. Man kann nun diese Fehler großentheils verbessern, wenn man einerseits dem Schirme eine passende Krümmung gibt, und andererseits nach dem Vorschlage des Dr. Wollaston an die Stelle der Linse einen Meniskus setzt, dessen concave Seite dem Objecte, und dessen convexe Seite dem Bilde zugekehrt ist. Es ist nämlich leicht zu sehen, daß in einem so gestalteten Glase die schiefen Bündel sich in größerem Abstande als die parallel mit der Axe einfallenden vereinigen werden, und daß man durch die Wahl angemessener Krümmungen den größern Abstand compensiren kann, in welchem die Punkte des Schirmes stehen, wo die schiefen Bündel sich abbilden müssen.

Dr. Wollaston versichert, sich durch den Versuch überzeugt zu haben, daß diese neue Construction vor der alten auffallende Vorzüge besitze. Der Meniskus, dessen er sich bediente, hatte $0{,}56^{m}$ Brennweite bei $0{,}08^{m}$ Oeffnung, und die Krümmungen seiner Oberflächen

---

bleiben, zuerst die Gründe angegeben zu haben, weshalb den Menisken vor den gewöhnlichen Linsen der Vorzug zu ertheilen ist.

standen ungefähr in dem Verhältniß von 1 : 2. In einem Achtel der Brennweite der Linse, und zwar auf der concaven Seite, hatte er ein kreisförmiges Diaphragma von 0,05 Meter Durchmesser aufgestellt, das zur Abgrenzung der Menge und der Richtung der Strahlen, welche der Meniskus durchlassen sollte, bestimmt war.

Wir wollen diesen Auszug mit der Uebersetzung des Paragraphen aus der Abhandlung des Dr. Wollaston schließen, der sich auf die periskopische Loupe bezieht.

„Der größte Uebelstand bei den Loupen, die stark vergrößern, ist Mangel an Licht; es ist folglich nützlich, der kleinen Linse die ganze Oeffnung zu lassen, welche mit der Schärfe des Sehens vereinbar ist. Wenn aber das betrachtete Object einen Winkel von mehreren Graden auf jeder Seite vom Mittelpunkte umspannt, so wird man die nöthige Schärfe für die ganze Oberfläche wegen der durch die großen Incidenzen der Seitenstrahlen veranlaßten Vermischung der Strahlen nicht erhalten können, wenigstens wenn man nicht eine kleine Oeffnung anwendet, was aber eine proportionale Verminderung der Helligkeit zur Folge hat.

„Um diese Uebelstände zu beseitigen, kam ich auf die Idee, daß sich das Diaphragma, welches die Oeffnung der Linse begrenzt, mit Vortheil in ihre Mitte versetzen lassen müßte. Ich verschaffte mir deshalb zwei planconvexe Linsen von gleichem Radius, und indem ich ihre ebenen Oberflächen auf die beiden entgegengesetzten Seiten einer dünnen Metallplatte, welche eine kleine Oeffnung hatte, legte, erhielt ich den gewünschten Effect; denn ich hatte auf diese Weise eine doppelt convexe Linse, deren Oberflächen ebenso gut von dem centralen Bündel als von den schiefen Bündeln senkrecht getroffen wurde. Die Oeffnung, welche mit einer derartigen Linse die größte Schärfe gibt, muß als Durchmesser ungefähr den fünften Theil der Brennweite erhalten; und wenn die Oeffnung gut centrirt ist, so nimmt das Gesichtsfeld einen Raum von zwanzig Graden im Durchmesser ein. Allerdings verliert man einen Theil Licht durch Verdoppelung der Anzahl der Oberflächen; dieser Verlust wird aber durch die Vergrößerung der Oeffnung, welche bei dieser Construction mit der Schärfe des Sehens vereinbar ist, mehr als ausgeglichen.“

Messungen des Mercurdurchmessers.

Die Histoire céleste von Lemonnier (S. 34) führt die folgenden von Picard ausgeführten Messungen des Mercurdurchmessers an:

1. Mai 1666 Abends, Durchmesser: 6″;
5. April 1668 Abends, Durchmesser: 6″ (Fernrohr von 15 Fuß);
8. April 1668, Durchmesser: 7,5″ (Fernrohr von 7 Fuß);
9. April 1668, Durchmesser: 9″.

Bei dem Durchgange des Mercur vor der Sonne am 29. October 1723 fand Bradley den Durchmesser dieses Planeten gleich 10,45″. Bradley bediente sich des Huygens'schen Fernrohrs von 120 Fuß. (Phil. Trans. für 1724, Bd. 33, S. 229.)

Schröter hat durch mehrere directe Messungen und aus der beobachteten Dauer seines Eintritts und Austritts gefunden, daß der Durchmesser des Mercur beim mittleren Abstande der Erde von der Sonne gleich 6,02″ ist.

Die folgenden Werthe sind durch Messungen während des Durchganges im Jahre 1832 erhalten worden; sie sind auf den mittleren Abstand der Erde von der Sonne reducirt:

Bessel	6,70″
Mädler und Beer	5,82
Gambart	5,18

Meine Beobachtungsregister geben für die Beobachtung des Mercurdurchganges vom 5. Mai 1832 folgende Resultate.

Für den kürzesten Abstand des ersten Randes des Planeten (des scheinbaren östlichen, wirklichen westlichen) vom nächsten Punkte des Sonnenrandes sind folgende Werthe gefunden worden:

Zeit der Uhr.			Skalentheile des Prismenfernrohrs.	In Secunden ausgedrückter Abstand.
0^h	16^m	7^s	729	48,84″
	17	42	804	55,38
	18	35	869	58,85
	20	20	928	64,93
	21	12	971	68,24
	25	54	1128	80,33

Diese Beobachtungen sind fast alle durch Wolken gemacht; sie haben daher nicht die Sicherheit, welche die Methode ohne diesen Umstand gestattet hätte. Das Glas hatte sich getrübt (calciné) und schadete dadurch der Schärfe der Bilder.

Ich habe darauf Messungen des horizontalen Durchmessers vorgenommen:

Zeit der Uhr.		Skalentheile des Prismenfernrohrs.	Horizontaler Durchmesser des Mercur in Secunden ausgedrückt.	Bemerkungen.
0^h	30^m	243	12,18″	Wolken.
0	32	246	12,42	Mercur undulirend.
0	40	248	12,57	Mercur undulirend.
4	0	255	13,11	Diese Zahl ist zu groß.
4	1	248	12,57	
4	55	246	12,42	
4	57	235	11,57	Diese Zahl ist merklich zu klein. Mercur undulirend.
4	59	246	12,42	

Bei allen diesen Beobachtungen war die Skale zur Rechten.

Die Messungen des verticalen Durchmessers haben ergeben:

Zeit der Uhr.		Skalentheile des Prismenfernrohrs.	Verticaler Durchmesser des Mercur in Secunden ausgedrückt.	Bemerkungen.
5^h	45^m	242	12,11″	Die Zahl ist ein wenig zu klein; Mercur undulirend.
6	8	246	12,42	Mercur stark undulirend.

Zeit der Uhr.	Skalentheile des Prismenfernrohrs.	Verticaler Durchmesser des Mercur in Secunden ausgedrückt.	Bemerkungen.
6h 9m	246	12,42″	Mercur stark undulirend.
6 10	234	11,49	Offenbar zu kleine Zahl.
6 13	245	12,34	Mercur undulirend.
6 14	255	13,11	Die Zahl ist merklich zu groß.
6 15	244,5	12,30	Mercur undulirend.
— —	248	12,57	Ebenso.
6 20	246,5	12,43	

Während dieser Beobachtungen war die Skale oben, ein wenig nach rechts.

Zwei neue Messungen des horizontalen Durchmessers haben ergeben:

6h 17m	248	12,57″	Mercur undulirend.
— —	246,5	12,43	Ebenso.

Die Skale war zur Rechten.

Der kürzeste Abstand des westlichen Randes des Mercur (des scheinbar östlichen) vom östlichen Rande der Sonne wurde dann gefunden:

Zeit der Uhr.	Skalentheile des Prismenfernrohrs.	In Secunden ausgedrückter Abstand.
6h 32m 9s	850	58,92″
33 30	783	53,76
34 54	724	49,22
36 11	676	45,53

Die Skale war zur Rechten, ein wenig nach unten. Der Planet und die Sonne undulirten stark durch die Wolken hindurch; ohne diesen Umstand würde man die Beobachtungen sicherlich mit viel mehr Genauigkeit haben machen können.

Die bei diesen Beobachtungen angewandte Uhr war 3 Secunden gegen Sternzeit zurück.

Die auf der pariser Sternwarte während des Durchganges vom 9. November 1848 angestellten Beobachtungen haben die folgenden Resultate geliefert, die so, wie sie erhalten worden sind, ohne irgend eine Reduction mitgetheilt werden:

$12^h\ 45^m$, horizontaler Durchmesser = 219,12 — 84,75 = 134,37 Skalentheile = 10,24″.

1^h, verticaler Durchmesser = 216,75 — 84,75 = 132,00 Skth. = 10,16″.

$1^h\ 15^m$, Durchmesser unter 45° vom Vertical nach Osten = 216,40 — 84,75 = 131,65 Skth. = 10,14″.

$1^h\ 30^m$, auf dem vorigen senkrechten Durchmesser = 215,67 — 84,75 = 130,92 Skth. = 10,08″.

Messungen des Venusdurchmessers.

Nach der Histoire céleste von Lemonnier (S. 30 ff.) sind die von Picard ausgeführten Messungen des Venusdurchmessers folgende:

1666; 28. October 25″; 16. und 17. November 28″; 28. November 31″; 6. December 35″; 14. November 36″; 22. November 39″; 30. November 46″.

1667; 13. Januar 52″; 24. Januar 68″; 31. Januar, 8 Tage vor der Conjunction, 74″; 29. März am Morgen 44″; 8. April 34″; 10. April 33″; 18. April in ihrem größten westlichen Abstande 31″; 30. November 14″.

1668; 7. Juni 27″; 19. Juni 29″ (Venus erschien schon sichelförmig); 26. Juni 31″; 30. Juni 31″; 17. Juli 34″; 26. Juli 39″; 10. August 50″; 20. November 32″.

1669; 4. April 52″; 11. April 63″.

1670; 17. April 68″.

1673; 13. April 26″; 9. Juni 51,5″; 15. Juni 56″; 19. Juni 61″.

In den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften für 1762 führt Lalande Beobachtungen an, die beweisen, daß der scheinbare Durchmesser der Venus sich nicht merklich ändert, selbst wenn man sie auf der Sonne sieht. Der von Lalande berechnete Durchmesser des Planeten für die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 16,5″.

Zufolge der Philosophical Transactions für 1793 geben die von Herschel angestellten Beobachtungen folgende Resultate:

1780; 21. Februar 15,9″; 2. Mai 17,2″; 28. Mai 22,8″ (Vergrößerung 449fach); 18. September 38,4″; 10. October 41,3″.

1791; 24. November, 20füßiges Spiegelteleskop:

157fache Vergrößerung, $12^h\ 18^m$ ... 45,49″; 46,14″; 45,51″; 45,8″; 46,03″; 46,25″. Mittel: 45,87″.

300fache Vergrößerung, $12^h\ 36^m$ ... 44,88″; 45,70″; 45,10″; 45,32″; 45,84″. Mittel: 45,37″.

Diese Messungen geben, auf den mittleren Abstand der Erde von der Sonne reducirt, nach Herschel einen Durchmesser von 18,79″.

Folgendes ist ein Auszug aus den Messungen, die ich auf der pariser Sternwarte angestellt habe, so wie sie sich in meinen Beobachtungsregistern finden.

1810.

13. November. Kurze Zeit vor dem Untergange der Venus habe ich mit dem Prismenfernrohre die Entfernung der Hörner gemessen und nach einander gefunden 568, 561, 555, 543, 550, 553, 545, 540, im Mittel also 551,88 — 84,75 = 467,13 Skalentheile = 35,97″. Da Venus sehr tief steht, machen ihre Undulationen die Beobachtungen sehr schwierig.

16. November, $5^h\ 15^m$ bis $5^h\ 45^m$. Entfernung der Hörner 567,25 — 84,75 = 482,50 Skth. = 37,93″; die Undulationen werden so außerordentlich stark, daß es nicht möglich ist, die Beobachtungen fortzusetzen.

23. November, $5^h\ 30^m$. Entfernung der Hörner 634,50 — 84,75 = 549,75 Skth. = 42,33″.

1. December, $4^h\ 20^m$. Entfernung der Hörner 507,50 — 84,75 = 622,75 Skth. = 47,95″.

11. December, 811,50 — 84,75 = 726,75 Skth. = 55,96.″ Die Undulationen sind sehr stark. Venus steht tief und ihre Ränder sind verwaschen.

1812.

20. Januar, $5^h\ 15^m$. 218,62 — 84,75 = 133,87 Skth. = 10,31″. Venus ist so schlecht begrenzt, daß man kaum wahrnimmt, daß sie sichelförmig ist. Ich habe den Durchmesser zu messen gesucht, der mir als der größte erschien.

22. März, $6^h\ 45^m$. 253,25 — 84,75 = 168,50 Sfth. = 12,97″. Die Undulationen sind stark und Venus ist nicht gut begrenzt.

26. März, $7^h\ 15^m$. 262,17 — 84,75 = 171,42 Sfth. = 13,65″. Venus undulirt sehr.

17. Mai, 8^h. Entfernung der Hörner 373,08 — 84,75 = 288,33 Sfth. = 22,20″. Venus, obgleich ein wenig undulirend, ist doch ziemlich gut begrenzt und scheint mir zur Hälfte voll.

22. Mai, 9^h. Entfernung der Hörner. 396,12 — 84,75 = 311,37 Sfth. = 23,98″. Die Ränder des Planeten sind ein wenig verwaschen.

26. Mai, 8^h bis $8^h\ 15^m$. 407,34 — 84,75 = 322,59 Sfth. = 24,85″. Es ist während dieser Beobachtungen noch heller Tag. Die Resultate, die ich erhalten habe, müssen ziemlich genau sein; denn Venus erschien, außer einigen verwaschenen Stellen, sehr scharf.

30. Mai, 3^h bis 4^h Nachmittags. Entfernung der Hörner 423,40 — 84,75 = 338,65 Sfth. = 26,08″. Diese Beobachtungen sind bei Tage gemacht worden.

31. Mai, $8^h\ 30^m$. Entfernung der Hörner 427,12 — 84,75 = 342,35 Sfth. = 26,36″. Venus ist glänzend, aber ziemlich schlecht begrenzt.

5. Juni, $8^h\ 30^m$. 459,17 — 84,75 = 364,42 Sfth. = 28,06″. Es ist noch Tag. Venus ist undulirend und schlecht begrenzt.

9. Juni, $9^h\ 45^m$. Entfernung der Hörner 474,90 — 84,75 = 390,15 Sfth. = 30,04″. Venus undulirt sehr.

11. Juni, $8^h\ 15^m$. 482,41 — 84,75 = 397,66 Sfth. = 30,77″. Die Sonne ist untergegangen, aber es ist noch heller Tag. Venus ist etwas verwaschen.

12. Juni, $8^h\ 45^m$. 488,57 — 84,75 = 403,82 Sfth. = 31,09″. Venus ist etwas verwaschen. Ich habe das aschfarbene Licht mit dem Nachtfernrohre um $9^h\ 30^m$ betrachtet; es war sehr merklich grünlich.

23. Juni, $8^h\ 45^m$. 562,17 — 84,75 = 477,42 Sfth. = 36,76″. Beim Anfange der Beobachtungen war es noch Tag. Venus undulirt äußerst stark.

28. Juni, $8^h\ 45^m$. Entfernung der Hörner 593,70 — 84,75 = 508,95 Sfth. = 39,19″. Die Ränder der Venus sind undulirend und verwaschen; die Beobachtungen schwierig.

29. Juni, 9^h. Entfernung der Hörner 597,25 — 84,75 = 512,50 Sfth. = 39,46″. Venus steht tief und undulirt ziemlich stark, was die Beobachtungen, namentlich die Bestimmung der Grenzen, sehr erschwert.

7. Juli, 8h 30m. Entfernung der Hörner 674,17 — 84,75 = 589,42 Skth. = 45,38″. Der Himmel ist sehr dunstig, an den Rändern des Planeten sind starke Undulationen. Es ist unter diesen Umständen sehr schwierig, genau einzustellen, da infolge der Undulationen die Ränder des Planeten für eine bestimmte Lage des Prismas zuweilen ganz getrennt sind, während sie im nächsten Augenblicke sehr merklich in einander greifen.

10. Juli, 8h 45m. Entfernung der Hörner 696,00 — 84,75 = 611,25 Skth. = 46,07″. Venus steht sehr tief und ist schlecht begrenzt. Es finden starke Undulationen statt. Die Beobachtungen sind unsicher. Der Planet ist an seinen beiden entgegengesetzten Rändern infolge der zerstreuenden Kraft der Atmosphäre stark gefärbt; er ist auch, wenn er in dem Theile des Gesichtsfeldes steht, wo das Fernrohr gut achromatisch ist, schlecht begrenzt. An dem scheinbaren oberen Rande des Gesichtsfeldes sind die Gestirne im Allgemeinen gefärbt, was von der Schiefe herrührt, unter welcher die Lichtstrahlen von dort her das innere Prisma treffen. Da aber diese Ursache genau den entgegengesetzten Effect, als die Atmosphäre hervorbringt, so folgt daraus, daß Venus in vorliegendem Falle sich nur dann etwas scharf zeigt, wenn sie in dem oberen Theile des Gesichtsfeldes steht. Im Mittelpunkte desselben würde Venus durch die zerstreuende Kraft der Atmosphäre gefärbt werden. Im oberen Theile compensirt und zerstört der Fehler des Fernrohrs diese Farben, wie wenn zwei Prismen in entgegengesetztem Sinne angebracht wären.

8. September, 4h früh. Entfernung der Hörner 574,38 — 84,75 = 489,63 Skth. = 37,70″. Es ist noch Nacht. Die Ränder der Venus sind sehr zitternd, was jedoch nicht verhindert, daß der Planet auf Augenblicke ziemlich gut begrenzt ist. Es wurde eine starke Vergrößerung angewandt.

13. September, 10h 30m. Entfernung der Hörner 539,79 — 84,75 = 455,04 Skth. = 35,04″. Venus ist nicht gut begrenzt. Bei Tage gemachte Beobachtungen.

16. September, gegen 4h Morgens. Entfernung der Hörner 526,04 — 84,75 = 441,29 Skth. = 33,98″. Venus undulirt stark und ist schlecht begrenzt. Diese zwei Umstände haben die Beobachtungen sehr lange dauern lassen. Die zuvor angegebene Ziffer ist das Mittel aus 13 Beobachtungen.

17. October, von 4h 30m bis 5h Morgens. Durchmesser 375,14 — 84,75 = 290,39 Skth. = 22,36″. Venus ist stark undulirend und verwaschen; sie scheint mir zur Hälfte voll. Der Himmel ist außerordentlich dunstig. Gegen Ende der Beobachtungsreihe war der Planet

oft von ziemlich dicken Nebeln bedeckt. Im Allgemeinen sind die Beobachtungen, elf an der Zahl, ziemlich schwierig gewesen.

21. October, gegen $11^h 30^m$ Morgens. Durchmesser 366,82 — 84,75 = 284,07 Skth. = 21,87″. Der Planet ist etwas undulirend und verwaschen. Beobachtungen am Tage.

27. October. Durchmesser 351,27 — 84,75 = 266,52 Skth. = 20,52″. Die Beobachtungen, die wegen der schlechten Begrenzung der Venus im Allgemeinen schwierig waren, wurden vor dem Aufgange der Sonne begonnen und endigten bei Tage um $7^h 45^m$.

1. November, $7^h 45^m$ Morgens. 339,44 — 84,75 = 254,69 Skth. = 19,61″. Die Sonne war bei Beginn dieser Reihe schon aufgegangen. Die Beobachtungen sind leicht, da Venus sehr gut begrenzt ist.

20. November, $5^h 45^m$ bis $6^h 45^m$ Morgens. 297,56 — 84,75 = 212,81 Skth. = 16,38″. Die Beobachtungen sind sehr schwierig. Venus ist verwaschen und äußerst undulirend. Man hat mehr als eine Stunde gebraucht, um neun Messungen auszuführen.

28. November. 287,55 — 84,75 = 202,80 Skth. = 15,61″. Die Beobachtungen endigen um $7^h 45^m$, als die Sonne anfängt, durch die dicken Dünste, mit denen der Horizont beladen ist, hindurch zu dringen. In allen Höhen ist etwas Nebel. Venus erscheint verwaschen. Es wurde bei diesen Beobachtungen die starke Vergrößerung benutzt.

1813.

1. November, $5^h 30^m$. 258,00 — 84,75 = 173,25 Skth. = 13,34″. Venus ist so undulirend, daß man sehr oft nicht sieht, ob sie sichelförmig ist.

5. November, $5^h 30^m$. 275,20 — 84,75 = 190,45 Skth. = 14,66″. Venus ist sehr undulirend und ziemlich schlecht begrenzt.

27. November, 5^h. 312,83 — 84,75 = 228,08 Skth. = 17,56″. Venus ist undulirend und etwas verwaschen.

28. November, kurz vor Untergang der Sonne. Durchmesser 317,50 — 84,75 = 232,75 Skth. = 17,92″. Die Breite des hellen Segments ist nach einem Mittel aus drei Messungen 228 — 84,75 = 143,25 Skth. = 11,03″.

8. December, $5^h 30^m$. Durchmesser 337,44 — 84,75 = 252,69 Skth. = 19,46″. Venus ist äußerst undulirend.

11. December, $3^h 40^m$. Durchmesser 349,89 — 84,75 = 265,14 Skth. = 20,42″. Die oberen und unteren Ränder der Venus sind schwach. Um 4^h, als die Sonne noch nicht untergegangen war, maß ich die Breite des hellen Segments. Im Mittel von vier Mes-

sungen erhielt ich für diese Breite 236,75 — 84,75 = 152,00 Skth. = 11,70″. Beim Beobachten in dieser Richtung bemerkte ich eine Schwierigkeit, der man bei den Messungen des größten Durchmessers nicht begegnet. In diesem letzteren Falle nehme ich, sobald ich nur eben die Berührung überschritten habe, ein helles Segment von sehr starker Intensität wahr; wenn dagegen die Berührung längs der Trennungslinie zwischen Schatten und Licht stattfindet, ist es nicht nur sehr schwierig den Punkt, wo die Ränder sich eben berühren, genau zu bestimmen, sondern man muß sie auch stark über einander greifen lassen, wenn das helle Segment sichtbar werden soll.

An demselben Tage, 6^h. Durchmesser 342,94 — 84,75 = 258,19 Skth. = 19,88″. Venus ist verwaschen und stark undulirend.

12. December. Durchmesser 349,82 — 84,75 = 265,07 Skth. = 20,41″. Diese Beobachtungen sind bei Tage, während des Durchgangs der Venus durch den Meridian gemacht worden. Die Ränder des Planeten waren undulirend. Die Beobachtungen am Tage sind im Allgemeinen schwierig.

15. December, 6^h. Durchmesser 359,25 — 84,75 = 274,50 Skth. = 21,14″. Nach diesen Beobachtungen, bei denen Venus sehr gut zu sehen war, wurde der Planet so undulirend, daß es nicht möglich war, über die Berührung der beiden Scheiben mit einer Genauigkeit von 2″ oder 3″ zu urtheilen.

28. December, $6^h\ 15^m$. Großer Durchmesser 401,95—84,75 = 317,20 Skth. = 24,42″. Venus ist gegen Ende dieser Reihe, die sich auf elf Messungen beläuft, verwaschen und undulirend.

30. December, $5^h\ 45^m$. Großer Durchmesser 407,58 — 84,75 = 322,83 Skth. = 24,86″. Venus ist ziemlich gut zu sehen, obgleich es etwas nebelig ist.

1814.

1. Januar, $6^h\ 45^m$. Durchmesser 418,89 — 84,75 = 334,14 Skth. = 25,73″. Venus ist sehr glänzend, aber etwas verwaschen.

1. Februar, 6^h. Entfernung der Hörner 594,00 — 84,75 = 509,25 Skth. = 39,21″. Venus ist etwas undulirend.

21. Februar, 7^h. Entfernung der Hörner 778,33 — 84,75 = 693,58 Skth. = 53,41″. Die Linie der Hörner ist fast horizontal. Venus beginnt zu sinken. Sie undulirt sehr, und dies muß zum Theil daher kommen, daß die äußere Luft kälter ist, als die des westlichen Thurmes der Sternwarte, wo ich meine Messungen vornehme.

22. Februar, 6h 15m. Entfernung der Hörner 789,25 — 84,75 = 704,50 Sktb. = 54,25″. Die Linie zwischen den Hörnern ist nicht sehr von der horizontalen Lage entfernt. Venus undulirt. Ich habe die Breite des erleuchteten Segments zu messen gesucht, finde aber große Schwierigkeit den wahren Punkt der Berührung zu bestimmen. Das eine der beiden Bilder gleitet unter das andere, als wenn es in der That entfernter wäre, und die Trennungscurve ist von einem sehr merklichen Halbschatten umgeben. Uebrigens sind bei 180 Sktb. die beiden Bilder deutlich getrennt; die Berührung scheint in der Nähe von 153 stattzufinden; was 153,00 — 84,75 = 68,75 Sktb. = 5,26″ für die Breite des Segments gibt.

24. Februar, 6h 30m. Entfernung der Hörner 809,10 — 84,75 = 724,35 Sktb. = 55,77″. Venus ist undulirend.

25. Februar, 6h. Entfernung der Hörner 819,25 — 84,75 = 734,50 Sktb. = 56,56″. Die Undulationen sind außerordentlich stark, obgleich der Himmel sehr rein erscheint. Das Licht der Dämmerung ist noch sehr stark.

26. Februar, 5h 45m. Breite des erleuchteten Segments 146,33 — 84,75 = 61,58 Sktb. = 4,74″. Die Sonne ist noch nicht untergegangen. Die Undulationen sind sehr stark; das scheinbare obere Bild gleitet unter das andere, als wenn es entfernter wäre.

An demselben Tage, 6h. Entfernung der Hörner 823,25 — 84,75 = 738,50 Sktb. = 56,86″. Venus ist undulirend.

28. Februar, 6h 30m. Durchmesser 848,00 — 84,75 = 763,25 Sktb. = 58,77″. Venus ist sehr verwaschen und die Beobachtungen sind sehr schwierig.

1815.

6. April, 7h Abends. Entfernung der Hörner 216,20 — 84,75 = 131,45 Sktb. = 10,12″. Venus ist undulirend und schlecht begrenzt. Drei Messungen, um 7h 15m in einer auf der vorigen senkrechten Richtung gemacht, geben als Mittel 212,00 — 84,75 = 127,25 Sktb. = 9,80″.

25. Mai, 8h 15m. Entfernung der Hörner 256,17 — 84,75 = 171,42 Sktb. = 13,20″. Venus ist undulirend. Drei um 8h 45m in einer auf der vorigen senkrechten Richtung angestellte Messungen geben als Mittel für die Breite des hellen Segments 210,50 — 84,75 = 125,75 Sktb. = 9,68″. Bei den in der Richtung der Linie der Hörner gemachten Messungen darf man nur eben den Punkt der Berührung überschreiten, so nimmt man sogleich ein helles Segment wahr, dessen Intensität merklich größer als die des übrigen Theiles der

beiden Scheiben ist. So verhält es sich aber nicht mit den Messungen, die man in einer auf der Linie der Hörner senkrechten Richtung macht. Ueberschreitet man nämlich hierbei den Punkt der Berührung, so gleitet, so zu sagen, das eine Bild unter das andere und scheint entfernter. In dem ersten Falle folgt man leicht dem Umfange jedes der beiden Bilder in dem Theile, wo sie über einander liegen. Im zweiten Falle versieht das nähere Bild in Bezug auf das andere die Stelle eines Schirmes, durch welchen man die krumme Linie, die seine Scheibe begrenzt, nicht wahrnimmt.

25. August, 7^h 15^m. Entfernung der Hörner 513,88 — 84,75 = 429,13 Skth. = 33,04″. Die Beobachtungen sind schwierig. Venus ist sehr undulirend. Die Breite des hellen Segments ist ungefähr 214,00 — 84,75 = 129,25 Skth. = 9,95″; nach dieser Richtung gleitet das eine Bild unter das andere, wenn man den Punkt der Berührung überschreitet, als ob es entfernter wäre. Während dieser Messungen war die Linie zwischen den Hörnern beinahe vertical.

Beobachtungen des Jupiter und seiner Monde.

In Picard's Beobachtungsregistern liest man: „Am 13. April 1673 begann ich wahrzunehmen, daß der größte Durchmesser des Jupiter stets mit den Streifen parallel ist."

In einer Abhandlung Cassini's über die verschiedenen Perioden der Bewegung des Jupiter vom Jahre 1691 (Académie des sciences, Bd. 10, S. 8) findet man, daß die Flecken, welche in der Nähe des Aequators dieses Planeten liegen, sich schneller drehen als die weiter davon entfernten.

Pound sagt, daß die Jupitersmonde bei ihrem Vorübergange vor dem Planeten in der Nähe der Ränder deutlich wahrnehmbar seien, aber bei ihrer Annäherung an den Mittelpunkt verschwinden. (Phil. Transact. 1717, Bd. 30, S. 902.)

J. D. Cassini nahm an, daß der Durchmesser des Jupiter zuweilen bis 50″ ginge (Phil. Transact. 1720, Bd. 31, S. 1). Der berühmte Astronom schreibt dem Planeten eine Rotationsdauer von 9^h 56^m zu.

Halley nahm mit seinem Teleskope den ersten und zweiten Jupitersmond auf dem Körper des Planeten von dem Augenblicke ihres Eintritts an eine Viertelstunde lang wahr. (Phil. Transact. 1723, Bd. 32, S. 386.)

Georg Lynn behauptet (Phil. Transact. 1726, Bd. 34, S. 67), daß man nach dem Augenmaaße und mit der Genauigkeit einer halben

Zeitminute die Zeit schätzen könne, wo der erste und zweite Mond in Conjunction sind, vorausgesetzt, daß man solche Conjunctionen aussucht, die nahe beim Planeten eintreten, und die Zeit so wählt, daß die Monde sich bei entgegengesetzt gerichteten Bewegungen begegnen. (Lynn's Fernrohr hatte 2,4 Zoll Oeffnung, 13 Fuß Brennweite und 2,5 Zoll charge. (Ist dies die Brennweite des Oculars?)

In einer Abhandlung von 1781 berichtet Herschel über die im Jahre 1778 mittelst eines einzigen Fleckens erhaltenen Bestimmungen der Umdrehungszeit des Jupiter. Sie variiren von $9^h\,55^m\,40^s$ bis $9^h\,54^m\,53^s$. Im Jahre 1779 gab ein gleichfalls äquatorealer heller Flecken für die Umdrehungszeit des Planeten bald $9^h\,51^m\,45^s$ und bald $9^h\,50^m\,48^s$.

Diese großen Differenzen erklärt Herschel durch die eigenen Bewegungen der Flecken; er glaubt an das Vorhandensein von Winden, welche ähnlich wie unsere Passatwinde in den äquatorealen Gegenden des Planeten wehen. Die hauptsächlichste Wirkung dieser regelmäßigen Winde besteht ihm zufolge darin, die Dämpfe unter dem Aequator in parallele Streifen zu ordnen und zu vereinigen. Sie reißen ferner die zufällig vorhandenen Wolken (die Flecken) mit veränderlichen Geschwindigkeiten mit fort. Um die oben angeführte Bestimmung Cassini's mit den Resultaten Herschel's zu vereinigen, muß man annehmen, gewisse Flecken, gewisse von dem slougher Astronomen beobachtete Wolken hätten in 10 Stunden eine eigene Bewegung von fast 3 Graden des Jupitersäquators, d. h. eine Geschwindigkeit von ungefähr 50 Meilen in der Stunde besessen. Diese interessanten Speculationen über so entfernte Welten waren den alten Mitgliedern der Akademie der Wissenschaften nicht entgangen.

Herschel sprach seine Ansicht über die Ursache dieser Streifen des Jupiter in einer Abhandlung über die Venus vom Jahre 1793 in folgender Weise aus. „Ich nehme an, daß die hellen Streifen, so wie die Polargegenden des Jupiter, deren Licht das der schwachen oder gelblichen Streifen übertrifft, diejenigen Zonen sind, wo die Atmosphäre dieses Planeten am meisten mit Wolken erfüllt ist. Die schwachen Streifen entsprechen denjenigen Gegenden, wo die vollkommen reine Atmosphäre den Sonnenstrahlen bis zu den festen Thei-

20 *

len des Planeten durchzudringen gestattet, wo meines Dafürhaltens die Reflexion weniger stark ist, als an den Wolken."

Im Jahre 1797 legte Herschel der londoner königlichen Gesellschaft die Resultate zahlreicher Beobachtungen über die relativen Lichtintensitäten und Größen der Jupitersmonde vor. Es folgte daraus, daß sowohl die Lichtintensitäten als auch die scheinbaren Größen dieser Monde sehr veränderlich sind. Die ebengenannten Aenderungen bewiesen augenscheinlich, daß die Monde mit mehr oder weniger das Licht reflectirenden Flecken bedeckt sind, und sich um sich selbst drehen. Als Herschel mittelst eines graphischen Verfahrens in den vier Bahnen die Stellen bezeichnete, wo während einer längeren Periode jeder Mond sich auf dem Maximum oder Minimum seiner Helligkeit, auf dem Maximum oder Minimum seiner Größe gezeigt hatte, erkannte er, daß diese Phänomene stets in denselben Gegenden eintreten. Daraus folgt, daß die Monde des Jupiter sich ebenso wie unser Mond in derselben Zeit, in welcher sie einen Umlauf um den Planeten verbringen, ein Mal um sich selbst drehen.

Der erste Mond zeigt diese Schwankungen im höchsten Grade. Er befindet sich in der Mitte seines höchsten Glanzes, wenn er denjenigen Punkt seiner Bahn erreicht, der ungefähr die Mitte zwischen seiner größten östlichen Digression und der Conjunction bildet. Für den dritten Mond existiren zwei Maxima der Helligkeit, und werden in den beiden Elongationen beobachtet. Der vierte glänzt nur kurz vor und kurz nach seiner Opposition mit lebhaftem Lichte. Herschel hat gefunden, daß die Farbe des ersten Mondes ein mehr oder weniger lebhaftes Weiß ist; daß der zweite Mond bald ganz weiß, bald graulich weiß, bald bläulich weiß erscheint; daß der dritte stets weiß ist; daß der vierte zuweilen sehr dunkel, zuweilen orange oder röthlich aussieht. Dies sind nach Herschel Anzeichen einer beträchtlichen Atmosphäre. Die Reihenfolge der Größen der Monde ist nach Herschel: der dritte, bei weitem der größte Mond, der vierte, der erste und der zweite. Die Dauer des Eintritts des zweiten Mondes auf die Scheibe des Jupiter gab Herschel ungefähr einen Werth von 0,9″ für den Winkeldurchmesser dieses kleinen Gestirns. Am 6. April 1780 erschien ihm der Schatten des dritten Satelliten auf dem Planeten bei

der mikrometrischen Messung 1,56″ groß. (Transactions von 1784, S. 30.)

Nach Schröter sind die scheinbaren Durchmesser der Jupitersmonde von der Erde aus gesehen, wenn der Planet sich in der Erdnähe befindet, 1,39″, 1,09″, 2,27″, 1,41″; 1,405″, 1,15″, 2,04″, 1,42″ nach den directen Messungen; 1,01″, 0,91″, 1,88″ nach der Messung der Schatten. Der Durchmesser des Planeten würde unter denselben Umständen 49″, und die Abplattung $1/_{12}$ betragen. Schröter behauptet auch, eine locale Abplattung in der südlichen Hemisphäre des Jupiter beobachtet zu haben. (Connaissances des temps für das Jahr XV. S. 357.)

In der populären Astronomie (Bd. 4, S. 284 ff.) wird man ergänzende Details über die älteren Beobachtungen des Jupiter finden. Hier will ich nur die Beobachtungen anführen, die mir persönlich angehören, und nach dem Datum aus meinen Tagebüchern ausgezogen sind, nebst den von Barral gemachten Reductionen. Dabei erinnere ich, daß mehrere der Resultate aus meinen Beobachtungen vor vielen Jahren der gelehrten Welt mitgetheilt worden sind. Laplace in der Exposition du système du monde drückt sich so aus: „Jupiter ist an seinen Rotationspolen merklich abgeplattet, und Arago hat durch sehr genaue Messungen gefunden, daß sein Polardurchmesser zu seinem Aequatorealdurchmesser nahe in dem Verhältniß von 167 : 177 steht.“ Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 8. November 1820 enthält folgende Worte: „Herr Arago spricht über das von ihm beobachtete Verschwinden der Monde des Jupiter, während der Planet selbst sichtbar geblieben war.“ Am 10. October 1842 habe ich der Akademie der Wissenschaften verschiedene Versuche mitgetheilt, die ich über die Mittel, die Monde zu beobachten, angestellt hatte, und drückte mich dabei folgendermaßen aus:

„Betrachtet man den Jupiter mit bloßen Augen, so erscheint dieser Planet aus einem centralen stark leuchtenden Punkte gebildet, von welchem nach allen Seiten hin divergirende Strahlen ausgehen, die mehr oder weniger lang sind. In dieser Beziehung existiren aber sehr bedeutende Unterschiede zwischen den Beobachtern; bei den einen überschreiten die Strahlen nicht drei, vier oder fünf Bogenminuten; bei

anderen erreichen sie zwölf bis funfzehn Minuten. Für den gewöhnlichen Beobachter verschwimmen also die Monde in einem falschen Lichte. Wenn wir jetzt die Annahme machen, daß das Bild des Jupiter sich in gewissen ausnahmsweise scharfen Augen nur mit Strahlen von einer oder zwei Minuten Amplitude ausbreite, so wird es nicht mehr unmöglich erscheinen, daß die Monde von Zeit zu Zeit ohne Zuziehung einer künstlichen Vergrößerung gesehen werden können. Um diese Vermuthung zu prüfen, habe ich ein kleines Fernrohr anfertigen lassen, in welchem Objectiv und Ocular fast dieselbe Brennweite haben, und das also nicht vergrößert. Das Fernrohr zerstört nicht vollständig die divergirenden Strahlen, vermindert aber ihre Ausdehnung beträchtlich. In der That reichte dies hin, um beim ersten Versuche den in passender Entfernung von dem Planeten stehenden dritten Mond sichtbar zu machen. Die Thatsache ist durch sämmtlich jüngere Astronomen der pariser Sternwarte, E. Bouvard, Laugier, Mauvais, Goujon, Faye constatirt worden. Sobald festgestellt ist, daß die Jupitersmonde ohne irgend welche Vergrößerung wahrgenommen werden können, so ist klar, daß die Augen, welche die divergirend von dem Bilde des Planeten ausgehenden Lichtstrahlen auf eine Länge reduciren, wie sie dieselben in dem kleinen nicht vergrößernden Fernrohre besitzen, diese kleinen Gestirne gerade ebenso gut wahrnehmen werden, als es die gewöhnlichen Augen mittelst des kleinen Fernrohrs vermögen. Alles läßt glauben, daß von Natur mit einer solchen Vollkommenheit begabte Augen existiren; Augen, welche die Bilder der entfernten aufs stärkste glänzenden Gegenstände fast ohne alles falsche Licht sehen."

Endlich habe ich am 13. September 1843 dem Längenbureau, und am 2. October der Akademie der Wissenschaften über die verschiedenen Beobachtungen Bericht erstattet, die ich gemacht hatte, um die relativen Schwächungen zu bestimmen, die Jupiter und seine Monde erleiden müssen, wenn sie verschwinden sollen. (Vergl. die 7. Abhandlung über Photometrie, Bd. 10 der sämmtl. Werke.)

1810.

21. September, 11^h. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser 609,5, 614,5, 611, 609, 609, 612, 611,5; Mittel 610,94 — 84,75

= 526,19 Skalentheilen = 40,52″. Der Himmel ist ziemlich rein; aber Jupiter erscheint in meinem Prismenfernrohre etwas verwaschen. Ich habe die starke Vergrößerung angewandt. Ich fürchte, daß diese Beobachtungen nicht viel Zutrauen verdienen.

12^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser 646,5, 638,5, 641, 635, 635, 630; Mittel 637,67 — 84,75 = 552,92 Skth. = 42,57″. Diese Beobachtungen sind, weil man den Jupiter nicht gut sah, wahrscheinlich noch schlechter, als die vorhergehenden. Die vier ersten Beobachtungen sind mit der stärksten, die beiden anderen mit der mittleren Vergrößerung ausgeführt worden.

Die aus diesen Beobachtungsreihen sich ergebende Abplattung beträgt $^1/_{21}$.

26. September, 10^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser 649, 650, 646,5; Mittel 648,50 — 84,75 = 563,75 Skth. = 43,41″. Mittlere Vergrößerung.

28. September, 11^h 30^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser 623, 619, 612,5, 627, 621,5, 623, 620; Mittel 622,29 — 84,75 = 537,54 Skth. = 41,39″. Starke Vergrößerung.

Mit den Streifen paralleler Durchmesser 649,5, 656, 656, 654, 654, 655; Mittel 654,08 — 84,75 = 569,33 Skth. = 43,84″. Starke Vergrößerung.

Die Abplattung beträgt $^1/_{17}$.

Mitternacht. Mit den Streifen paralleler Durchmesser 650, 653, 656, 657, 654; Mittel 655,00 — 84,75 = 570,25 Skth. = 43,91″. Mittlere Vergrößerung.

Auf den Streifen senkrechter Durchmesser 629, 627, 626, 628, 626, 625; Mittel 626,83 — 84,75 = 542,08 Skth. = 41,74″. Mittlere Vergrößerung. Bei dieser letzten Reihe sah man sehr gut; bei den anderen war Jupiter verwaschen.

Die Abplattung beträgt $^1/_{20}$.

Nach der vorstehenden Beobachtungsreihe brachte man den unteren Rand des scheinbaren oberen Planeten mit dem oberen Rande des scheinbaren oberen Streifens des zweiten Planeten (Fig. 21 S. 312) in Berührung und fand, daß diese Berührung eintrat, wenn der Zeiger des Prismas auf 472,25 stand, was für den Abstand a b 472,25 — 84,75 = 387,50 Skth. = 29,84″ gibt.

23. October, 10^h. Für den mit den Streifen parallelen Durchmesser gibt ein Mittel aus vier Messungen 689,50 — 84,75 = 604,75 Skth. = 46,57″. Der Himmel ist wolkig, und Jupiter schlecht begrenzt. Mittlere Vergrößerung.

27. October, 9^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 684,50 — 84,75 = 599,75

Skth. = 46,18″. Mittlere Vergrößerung. Jupiter ist schlecht begrenzt und äußerst undulirend.

Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 652,13 — 84,75 = 567,38 Skth. = 43,69″. Mittlere Vergrößerung. Jupiter ist besser begrenzt.

10^h 30^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 652,67 — 84,75 = 567,92 Skth. = 43,73″. Starke Vergrößerung.

Die Abplattung beträgt $^1/_{18}$.

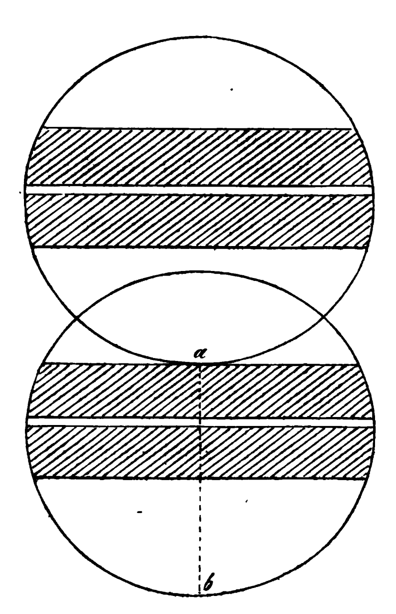


Fig. 21. Messung des Abstandes des scheinbaren oberen Randes des oberen Streifens auf dem Jupiter von dem scheinbaren unteren Rande des Planeten.

29. October, 9^h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 690,75 — 84,75 = 606,00 Skth. = 46,67″. Auf Augenblicke sieht man recht gut; starke Vergrößerung.

9^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 651,29 — 84,75 = 566,54 Skth. = 43,62″. In Intervallen sieht man leidlich gut.

Die Abplattung beträgt $^1/_{15}$.

Nach den vorstehenden Messungen der Durchmesser des Jupiter brachte man den scheinbaren unteren Rand des oberen Planeten mit dem scheinbaren oberen Rande des oberen Streifens des zweiten Planeten, wie dies Fig. 21 darstellt, in Berührung, und die Zahlen, auf welchen bei den verschiedenen Messungen der Zeiger des Prismas stehen blieb, waren 492, 495, 488,5, 490,5, was im Mittel 491,50 — 84,75 = 406,75 Skth. = 31,32″ für den Abstand ab gibt. Darauf suchte man eine analoge Messung für den zweiten Streifen (Fig. 22) auszuführen; diese letzteren Beobachtungen waren aber viel schwieriger, weil der Rand des scheinbaren oberen Planeten weniger scharf war, und der zweite Streifen weniger hervortritt als der erste. Man fand bei den

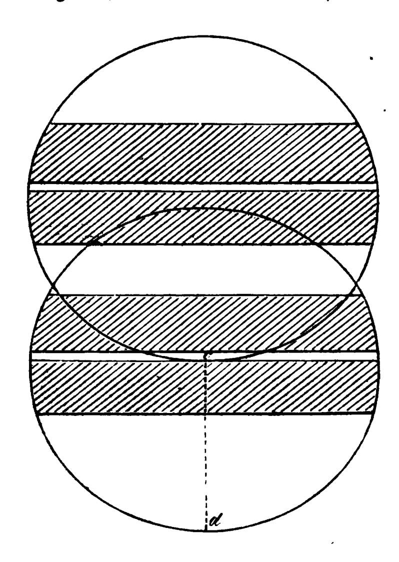


Fig. 22. Messung des Abstandes des scheinbaren oberen Randes des unteren Streifens auf dem Jupiter von dem scheinbaren unteren Rande des Planeten.

verschiedenen Messungen 385, 385, 383,5, was im Mittel 384,50 — 84,75 = 299,75 Skth. = 23,08″ für den Abstand cd gibt. Wenn diese Beobachtungen fehlerhaft sind, so vermuthe ich, daß die Zahlen zu klein sind, d. h. daß der untere Rand des oberen Planeten in den Streifen eingegriffen hat.

6. November, 10^h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 700,94 — 84,75 = 616,19 Skth. = 47,45″.

Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 657,13 — 84,75 = 572,38 Skth. = 44,07″. Nebel verbreiteten sich während dieser zweiten Reihe. Ocular mit mittlerer Vergrößerung.

Die Abplattung beträgt $^1/_{14}$.

7. November, $7^h\ 45^m$ bis 9^h. Als man den unteren Rand des oberen Planeten mit dem oberen Rande des oberen Streifens des zweiten Planeten in Berührung brachte (Fig. 21), erhielt man nach einander 503, 500, 497,5, 500, 505, was im Mittel 501,10 — 84,75 = 416,35 Skth. = 32,06″ für den Abstand ab gibt. — Unmittelbar darauf brachte man den oberen Rand des unteren Planeten mit dem unteren Rande des unteren Streifens des oberen Planeten (Fig. 23) in

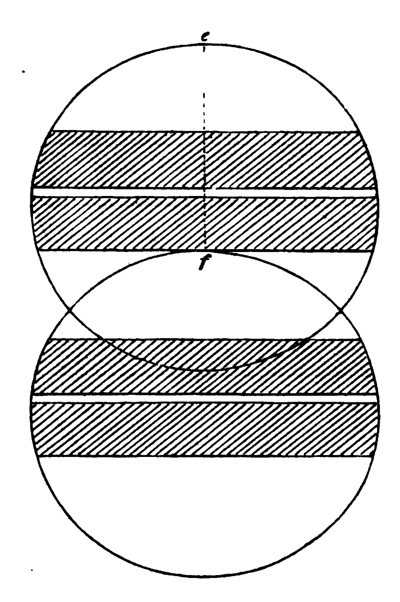


Fig. 23. Messung des Abstandes des scheinbaren unteren Randes des unteren Streifens auf dem Jupiter von dem oberen Rande des Planeten.

Berührung, und erhielt nach einander 455, 455, 450, was im Mittel 453,33 — 84,75 = 368,58 Skth. = 28,38″ für den Abstand ef gibt. — Als der untere Rand des oberen Planeten mit dem oberen Rande des unteren Streifens des zweiten Planeten (Fig. 22) in Berührung kam, stand der Zeiger nach einander auf 377, 380, 383, 382, was im Mittel

380,50 — 84,75 = 295,75 Skth. = 22,88″ für den Abstand cd gibt. — Als der scheinbare obere Rand des unteren Planeten den unteren Rand des oberen Streifens des oberen Planeten berührte (Fig. 24), stand der Zeiger der Reihe nach auf 344, 340, 344, 344, was im Mittel 343,00 — 84,75 = 258,25 Skth. = 19,89″ für den Abstand gh gibt. — Bei diesen vier Beobachtungsreihen waren die Streifen ziemlich deutlich sichtbar. — Mittlere Vergrößerung.

13. November, 8h bis 10h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 706,36 — 84,75 = 621,61 Skth. = 47,86″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 675,26 — 84,75 = 590,51 Skth. = 44,47″. — Abplattung $^1/_{14}$. — Als der untere Rand des scheinbaren oberen Planeten den oberen Rand des oberen Streifens des zweiten Planeten berührte (Fig. 21 S. 312), gab der Zeiger als Mittel

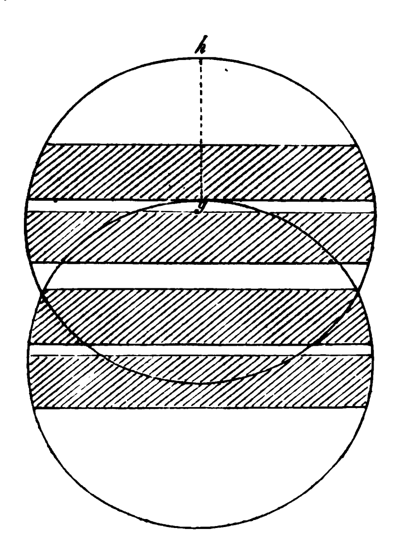


Fig. 24. Messung des Abstandes des scheinbaren unteren Randes des oberen Streifens auf dem Jupiter vom oberen Rande des Planeten.

aus vier Messungen 518,13 — 84,75 = 433,38 Skth. = 33,37″ für den Abstand ab. — Jupiter ist während dieser Beobachtungsreihen ziemlich gut begrenzt. Mittlere Vergrößerung.

16. November. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 711,50 — 84,75 = 626,75 Skth.

= 48,25″. Nach diesen zwei Messungen bedeckte sich der Himmel vollständig mit Wolken. Mittlere Vergrößerung.

17. November, 8^h 15^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 662,20 — 84,75 = 577,45 Sktḧ. = 44,46″. Starke Vergrößerung.

An demselben Tage, um 2^h 32^m nach der Sternuhr der Cabinete des Observatoriums (nahe 11^h wahrer Zeit) sah man Jupiter und seine Streifen vollkommen; indeß erreichten diese letzteren den Rand der Scheibe des Planeten nicht, und zwar war ihr Abstand von demselben scheinbar in Osten, also in Wirklichkeit in Westen am größten (Fig. 25). Das Fernrohr des Kaisers, das ich benutzte, und das Fernrohr von Lerebours, wodurch Bouvard beobachtete, zeigten genau dieselben Umstände.

22. November, 7^h bis 7^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 706,00 — 84,75 = 622,25 Sktḧ. = 47,91″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser

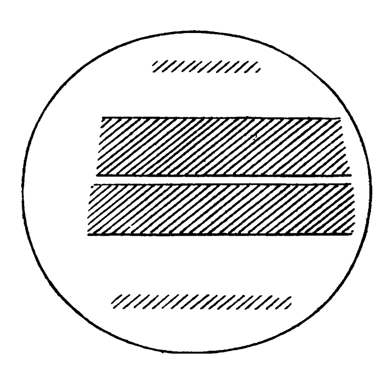


Fig. 25. Aussehn der Streifen des Jupiter am 17. November 1810 in einem die Objecte verkehrt zeigenden Fernrohre.

nach einem Mittel aus sechs Messungen 670,50 — 84,75 = 585,75 Sktḧ. = 45,11″. — Abplattung $^1/_{17}$. — Jupiter erscheint während dieser Beobachtungen verwaschen. — Starke Vergrößerung.

8^h 15^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 671,75 — 84,75 = 587,00 Sktḧ. = 45,20″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 707,07 — 84,75 = 622,32 Sktḧ. = 47,92″. — Abplattung $^1/_{17}$. — Mittlere Vergrößerung.

Kurz nach Mitternacht untersuchte ich Jupiter aufmerksam mit dem ausgezeichneten Lerebours'schen Fernrohre. Seine Streifen sind sehr

sichtbar, reichen aber nicht bis zu den Rändern der Planetenscheibe; der Abstand vom Rande im scheinbaren Osten (wirklichen Westen) ist etwas größer als auf der anderen Seite. Indeß ist der Zwischenraum zwischen den Rändern und den Streifen weniger groß als das erste Mal, wo ich eine derartige Beobachtung machte. Es scheint, als ob die Scheibe des Planeten an den Rändern weniger leuchtend ist, als im Mittelpunkte; man bemerkt den Unterschied sehr deutlich, wenn man das Prismenfernrohr benutzt. Wenn diese Beobachtung sicher ist, so würde sie anzeigen, daß Jupiter von einer dicken Atmosphäre umgeben ist. Der untere Streifen des Planeten ist weder gleichmäßig breit noch gerade; die schwachen Vorsprünge, welche er zeigt, liefern Marken, mittelst deren ich sehr deutlich in wenigen Augenblicken die Bewegung des Streifens von Osten nach Westen (oder scheinbar von Westen nach Osten in dem die Objecte umkehrenden Fernrohre) wahrnahm.

23. November. Vorübergang des dritten Mondes des Jupiter vor der Scheibe des Planeten. Die in den Beobachtungen angeführten Zeiten sind nach der Sternuhr der Cabinete gezählt.

Um 11^h 28^m ragt der Körper des Mondes etwas über den Rand des Planeten hervor; um 11^h 34^m ist der Mond ganz in die Scheibe des Planeten eingetreten, man sieht ihn fast nicht mehr. Das Licht des Mondes war merklich heller als das Licht am Rande des Jupiter; die Lichtintensität des Planeten scheint aber vom Rande nach dem Mittelpunkte hin zu wachsen, denn während der Mond sehr deutlich in der Nähe des Randes sichtbar ist, verschwindet er dagegen, sobald er auf der Scheibe des Planeten etwas vorgerückt ist.

Vorübergang des Schattens des 3. Mondes über die Scheibe des Jupiter:

23^h 37^m 30^s griff der Schatten bereits in die Scheibe ein;
23 38 der Schatten scheint zur Hälfte eingetreten zu sein;
23 41 der Schatten scheint zu drei Vierteln eingetreten zu sein;
23 43 der Schatten ist fast ganz eingetreten;
23 45 der Schatten berührt den Rand des Planeten von innen;
23 48 der Schatten hat sich gänzlich vom Rande gelöst;
24 51 der Schatten ist bereits weit vom Rande entfernt;
1 23 der Rand des Schattens erscheint um die Breite des Schattens vom scheinbaren östlichen (in Wirklichkeit westlichen) Rande des Planeten entfernt;
1 36 der Mond scheint den Rand des Planeten zu berühren;
1 46 der Schatten scheint mir durch den Rand des Planeten in zwei gleiche Theile getheilt zu werden;
1 55 der Schatten ist gänzlich ausgetreten.

Es kam mir vor, als ob beim Austritt der Schatten des Mondes merklich verlängert wäre.

Alle vorstehenden Beobachtungen sind mit dem Lerebours'schen Fernrohre gemacht worden.

Während des Vorüberganges des Schattens des 3. Mondes über die Scheibe des Jupiter habe ich wiederholt seinen Abstand vom Rande des Planeten mittelst des Prismenfernrohrs gemessen, und nachstehende Resultate erhalten:

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Durch den Zeiger des Prismas angegebene Skalentheile.	Berechnete Abstände in Secunden.	Bemerkungen.
1	8^h 14^m	416	25,51″	Der äußere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
2	8 20	406	24,74	Ebenso.
3	8 25	321	18,19	Der innere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
4	8 31	366	28,81	Der äußere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
5	8 33 30^s	316	17,82	Ebenso.
6	8 38	266	13,96	Der innere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
7	8 43 30	316	17,82	Zuverlässige Beobachtung. — Der äußere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
8	8 50 20	302	16,73	Ebenso.
9	8 54	375,5	22,39	Der äußere Rand des linken Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Durch den Zeiger des Prismas angegebene Skalentheile.	Berechnete Abstände in Secunden.	Bemerkungen.
10	$8^h\ 57^m\ 30^s$	269,5	14,23″	Der äußere Rand des rechten Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
11	9 3	251,5	12,82	Ebenso.
12	9 5 30	431,5	26,69	Der äußere Rand des linken Bildes berührte den Schatten des anderen Bildes.
13	9 9	161	5,87	Der obere Rand des unteren Bildes berührte den unteren Theil vom Schatten des oberen Bildes.

Als die Ränder der beiden Bilder des Jupiter sich berührten, gab der Zeiger des Prismas nahe 705 — 84,75 = 620,25 Skth. = 47,76″.

Bei allen diesen Beobachtungen war die starke Vergrößerung angewandt worden.

Die in der obigen Tabelle angeführten Zeiten sind die Angaben meiner Taschenuhr; ihre Vergleichung mit der Pendeluhr der Cabinete ergab:

Pendeluhr.	Taschenuhr.
$1^h\ 15^m\ 18^s$	$9^h\ 17'$
1 16 17	9 18
3 59 25	12 0
4 0 23	12 1

Die Vergleichung der 1. Beobachtung mit der 2. gibt 10 Skth. für die Bewegung des Schattens in 6^m, folglich 1,677 Skth. *) = 0,128″ in 1^m.

Die Vergleichung der 2. Beobachtung mit der 4. gibt 40 Skth. für die Bewegung des Schattens in 11^m, folglich 3,636 Skth. = 0,282″ in 1^m.

---

*) Welchen Zweck hat die Berechnung von tausendstel Skalentheilen, wenn, wie wahrscheinlich, die einzelnen Beobachtungen um mehrere Skalentheile ungenau sind? Anmerk. d. d. Ausg.

Die Vergleichung der 4. Beobachtung mit der 7. gibt 50 Skth. für die Bewegung in 12,5^m, folglich 4,000 Skth. = 0,308″ in 1^m.

Die Vergleichung der 7. Beobachtung mit der 8. gibt 14 Skth. für die Bewegung des Schattens in 7^m, folglich 2,000 Skth. = 0,154″ in 1^m.

Die Vergleichung der 8. Beobachtung mit der 10. gibt 32,5 Skth. für die Bewegung des Schattens in 7,5^m, folglich 4,333 Skth. = 0,334″ in 1^m.

Die Vergleichung der 10. Beobachtung mit der 11. gibt 18 Skth. für die Bewegung des Schattens in 5,5^m, folglich 3,272 Skth. = 0,252″ in 1^m.

Die Vergleichung der 1. Beobachtung mit der 11. gibt 164,5 Skth. für die Bewegung in 49^m, folglich 3,357 Skth. = 0,258″ in 1^m.

Die Vergleichung der 7. Beobachtung mit der 6. gibt, wenn man die Bewegung des Schattens in der Zwischenzeit zwischen beiden Beobachtungen in Betracht zieht, 68,23 Skth. = 5,25″ für den Durchmesser des Schattens.

Die Vergleichung der 2. Beobachtung mit der 3. gibt 70,90 Skth. = 5,46″.

Vorübergang des Schattens des 1. Mondes vor der Scheibe des Jupiters; die Zeiten sind nach der Sternuhr der Cabinete gezählt:

1^h	41^m	der Schatten des 1. Mondes greift in die Scheibe des Planeten ein;
1	44	der Schatten berührt den Rand der Scheibe von innen;
1	46	der Schatten hat sich gänzlich vom Rande gelöst;
3	50	ich glaube wahrzunehmen, jedoch ohne ganz sicher zu sein, daß der Rand des Schattens noch in den Rand des Planeten eingreift; einen Augenblick später sieht man Nichts mehr.

Zu diesen Beobachtungen diente das Lerebours'sche Fernrohr.

11. December, 5^h 45^m bis 6^h 15^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 689,67 — 84,75 = 604,92 Skth. = 46,58″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 652,90 — 84,75 = 568,15 Skth. = 43,75″. — Abplattung $^1/_{16}$. — Jupiter erscheint gut begrenzt. Starke Vergrößerung. — Brachte ich durch Verschiebung des Prismas die Monde auf die Scheibe des Planeten, so bemerkte ich stets, daß man sie in der Nähe des Randes sehr deutlich sichtbar sieht, weil ihr Licht intensiver als das des Planeten ist, während sie schwächer werden und zuletzt sogar ganz verschwinden, wenn sie sich dem Mittelpunkte nähern.

16. December. Mehrere Male habe ich mittelst des Prismenfernrohrs den 1. Mond auf die Scheibe des Planeten gebracht, und stets gefunden, daß sein Licht das vom Rande des Jupiter ausgehende übertrifft, während er dagegen schwierig zu sehen ist, wenn er auf das Licht des Centrums projicirt wird; der Mond ist überhaupt um so schwieriger sichtbar, je entfernter die Theile, auf die er sich projicirt, vom Rande sind. — Ich habe den Mond über den scheinbaren oberen Streifen hingeführt, und er bedeckte ihn fast ganz. — Während dieser Beobachtungen war Jupiter von einem leichten Nebel bedeckt. Ich benutzte die starke Vergrößerung.

17. December, $8^h\ 30^m$. Wie gestern führte ich den 1. Mond über die Scheibe des Jupiter; nahe am Rande sah ich ihn sehr gut, im Mittelpunkte gar nicht, und um so weniger, je mehr er sich letzterem näherte. — Starke Vergrößerung.

18. December, $9^h\ 30^m$. Als ich den unteren Rand des scheinbaren oberen Planeten mit dem oberen Rande des scheinbaren oberen Streifens des zweiten Planeten (Fig. 21, S. 312) in Berührung brachte, stand der Zeiger auf der Skale der Reihe nach auf 469, 470, 470, was im Mittel 479,67 — 84,75 = 374,92 Skth. = 28,87″ für den Abstand a b gibt. — Als der obere Rand des scheinbaren unteren Planeten den unteren Rand des scheinbaren unteren Streifens des anderen Planeten (Fig. 23, S. 314) berührte, stand der Zeiger auf 428, 423, 427, was im Mittel 426,00 — 84,75 = 341,25 Skth. = 26,28″ für den Abstand e f gibt. — Bei diesen Messungen ist Jupiter gut begrenzt. — Starke Vergrößerung.

21. December, $10^h\ 30^m$ bis $11^h\ 45^m$. Als der untere Rand des scheinbaren oberen Planeten den oberen Rand des oberen Streifens des zweiten Planeten (Fig. 21, S. 312) berührte, stand der Zeiger nach der Reihe auf 474, 472, 473, was im Mittel 473,00 — 84,75 = 388,25 Skth. = 39,29″ für den Abstand a b gibt. — Als der scheinbare obere Rand des unteren Planeten den unteren Rand des unteren Streifens des anderen Planeten (Fig. 23, S. 314) berührte, stand der Zeiger auf 420, 430, 428, 422, was im Mittel 425,00 — 84,75 = 340,25 Skth. = 26,20″ für den Abstand e f gibt. — Als der untere Rand des oberen Planeten den oberen Rand des unteren Streifens des anderen Planeten (Fig. 22, S. 313) berührte, stand der Zeiger auf 374,5, 377, was im Mittel 375,85 — 84,75 = 291,00 Skth. = 22,41″ für den Abstand c d gibt. — Als der obere Rand des scheinbaren unteren Planeten den unteren Rand des oberen Streifens des oberen Planeten (Fig. 24, S. 315) berührte, stand der Zeiger auf 342, 347,5, was im Mittel 344,75 — 84,75 = 260,00 Skth. = 22,22″ für den Abstand g h gibt. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser

nach einem Mittel aus vier Messungen 642,63 — 84,75 = 557,88 Skth. = 42,96″. — Es weht ein äußerst heftiger Südwestwind, der das Fernrohr bewegt. Die Streifen, besonders der untere, sind etwas verwaschen; dieser Umstand und die starken Oscillationen des Fernrohrs machen die Beobachtungen schwierig. — Starke Vergrößerung.

26. December, $8^h\ 15^m$ bis $8^h\ 30^m$. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 662,67 — 84,75 = 577,92 Skth. = 44,50″. — Ich führte nach einander den 1. und den 2. Mond auf die Scheibe des Jupiter: der 1. Mond war in der Nähe des Randes sehr deutlich sichtbar; der 2. war gleichfalls sichtbar, aber viel weniger; in der Nähe des Mittelpunktes konnte ich ihn nicht wahrnehmen. Als ich den 1. Mond auf den scheinbaren unteren Streifen brachte, bedeckte er ihn fast ganz; dagegen hatte er eine merklich geringere Breite als der scheinbare obere Streifen, auf den ich ihn ebenfalls führte. Der 2. und 4. Mond scheinen mir nahe gleich hell zu sein; dann kommt der 1., der sie übertrifft; der 3. ist merklich heller als die drei anderen. — Jupiter ist gut begrenzt. — Starke Vergrößerung.

27. December, $8^h\ 30^m$ bis $9^h\ 45^m$. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 630,64 — 84,75 = 545,89 Skth. = 42,03″. Im Anfange dieser Beobachtungsreihe ist Jupiter verwaschen, am Ende gut begrenzt. — Der 3. Mond ist viel heller als die übrigen; der 4. dagegen ist der kleinste; der 1. und 2. erscheinen von gleicher Intensität; es ist jedoch möglich, daß der 1. sehr wenig heller ist als der 2.; jedenfalls ist der Unterschied, wenn ein solcher existirt, fast unmerklich. — Gegen $8^h\ 30^m$ wahrer Zeit führte ich verschiedene Male den 4. Mond auf die Scheibe des Jupiter, konnte ihn aber daselbst nicht wahrnehmen; ich habe auch keine Flecken gesehen, obwohl ich sehr achtsam darauf war. — Die mit dem Lerebours'schen Fernrohre beobachteten Streifen des Jupiter reichten nicht bis zum Rande der Scheibe.

1811.

19. Januar, $5^h\ 30^m$. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 625,76 — 84,75 = 541,01 Skth. = 41,66″. — Die vier Monde sind an Helligkeit sehr wenig verschieden, daher es sehr schwierig ist, ihre Reihenfolge nach der Helligkeit anzugeben. Durch verschiedene angestellte Prüfungen glaube ich mich aber für berechtigt halten zu dürfen, sie folgendermaßen zu rangiren: 1., 2., 4., 3. Da dieser letzte Mond dem Planeten sehr nahe steht, so läßt er sich nur schwierig mit den übrigen vergleichen; wegen der Leichtigkeit, mit welcher ich ihn auf der Scheibe des Planeten wahrnehme,

wenn ich ihn durch das Prismenfernrohr dahin bringe, halte ich ihn für den hellsten. (8^h 15^m wahrer Zeit.)

20. Januar, 9^h 45^m. Der 1. und 3. Mond des Jupiter schienen mir gleich hell; das Licht des 1. war vielleicht etwas lebhafter als das des 3., dafür war aber der Durchmesser dieses letztern etwas größer als der des 1. Der 4. war merklich schwächer als die beiden andern; der 2. war verfinstert.

1. Februar, 5^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus acht Messungen 580,69 — 84,75 = 485,94 Skth. = 37,42″. — Als der untere Rand des scheinbaren obern Planeten den obern Rand des scheinbaren obern Streifens des andern Planeten berührte (Fig. 21, S. 312), stand der Zeiger nach einander auf 425, 425, 429, 423, 429, 425, was im Mittel 426,00 — 84,75 = 341,25 Skth. = 26,28″ für den Abstand a b gibt. — Als der scheinbare obere Rand des untern Planeten den untern Rand des untern Streifens des obern Planeten berührte (Fig. 23, S. 314), stand der Zeiger auf 401, 396, 401, 396,5, was im Mittel 398,62 — 84,75 = 313,87 Skth. = 24,17″ für den Abstand e f gibt. — Bei diesen Beobachtungen bemerkte ich, daß der Zeiger von selbst in Bewegung geräth und infolge der starken Neigung des Fernrohrs durch sein eigenes Gewicht nach dem Oculare hin herabsinkt. Daher bediente ich mich bei diesen Beobachtungen der Streifen und bei den folgenden Messungen der Schraube (rappel). Man wird nachsehen müssen, ob nicht unter den frühern Beobachtungen manche aus dem eben erwähnten Grunde fehlerhaft sind. — 7^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 574,90 — 84,75 = 490,15 Skth. = 37,74″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 599,70 — 84,75 = 514,95 Skth. = 39,68″. — Abplattung $^1/_{20}$. — Jupiter ist ziemlich gut begrenzt. Man zog die Schraube des Zeigers an, und bediente sich des Griffs (manivelle). — Die Reihenfolge der Satelliten nach ihrer Größe ist die folgende: der 4., der 2., der 3. Es ist um so sicherer, daß der 4. Mond der schwächste ist, weil dies Urtheil sich auf Beobachtungen stützt, bei denen er viel weiter von dem Planeten entfernt stand, als die beiden andern (8^h wahrer Zeit).

4. Februar, 9^h 15^m bis 9^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 571,00 — 84,75 = 486,25 Skth. = 37,44″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 593,43 — 84,75 = 508,68 Skth. = 39,17″. — Abplattung $^1/_{21}$. — Jupiter ist zuletzt leidlich begrenzt. Starke Vergrößerung. Schraube am Griff wurde angezogen. — Um 8^h wahrer Zeit ist der 3. Mond größer als der 1., ihr

Licht aber erscheint gleich lebhaft; übrigens muß auf diese Vergleichung der ungleiche Abstand der beiden Monde von der Scheibe des Planeten von Einfluß gewesen sein. Der 1. ist mir ganz ebenso groß und hell erschienen als der 4., obgleich letzterer weiter vom Planeten absteht als ersterer. Was den auf der andern Seite des Jupiter stehenden 2. Mond anlangt, so glaube ich, man wird ihn dem ersten an Größe und Helligkeit gleich annehmen können; denn wenn man auch manchmal vermuthen möchte, daß er heller wäre, so würde doch dieser geringe Unterschied wahrscheinlich nicht vorhanden sein, falls sich beide Monde in gleichen Abständen von der Scheibe des Planeten befänden; der 2. steht aber weiter ab als der 1.; die Reihenfolge in der Größe scheint zu sein 3., 2. = 1., 4. Ich habe das Lerebours'sche Fernrohr und die 200fache Vergrößerung benutzt.

7. Februar, 6^h 20^m Sternzeit oder 8^h wahrer Zeit. Ich habe den Jupiter durch das Lerebours'sche Fernrohr mit 88, 134 und 200facher Vergrößerung beobachtet. Die Monde erschienen mir ziemlich gut begrenzt. Der 4., scheinbar links stehend, ist dem Planeten ziemlich nahe und merklich schwächer als die übrigen; seine Scheibe ist außerdem sehr klein. Der 3. dagegen ist sehr glänzend und der größte von allen. Was die beiden andern anlangt, so ist es sehr schwierig, ihre Reihenfolge anzugeben; doch scheint es mir, als ob der 1. sehr wenig größer ist. Bouvard war derselben Ansicht. Indeß ist der Unterschied beider Monde in den beiden Beziehungen so gering, daß eine dritte Person sie wohl für gleich groß und gleich hell hätte halten können.

17. Februar, gegen 8^h 15^m wahrer Zeit oder 6^h 15^m Sternzeit. Der Größe nach schienen die Monde so auf einander zu folgen: 3., 1., 2., 4. Der 3. und 1. Mond sind von dem Planeten fast gleich entfernt, stehen aber auf entgegengesetzten Seiten; das Licht des 1. scheint auf Augenblicke etwas lebhafter als das des 3., dafür aber ist vielleicht der Durchmesser des 3. etwas größer; kurz, im Ganzen genommen, ist der Unterschied ziemlich gering. Was den 2. betrifft, so unterscheidet er sich nicht viel vom 4.; jedoch erscheint letzterer etwas schwächer, und da er weiter vom Planeten absteht, ist es natürlich anzunehmen, daß diese Ungleichheit wirklich existirt. Uebrigens sind die Monde schlecht begrenzt, obgleich der Himmel sehr rein erscheint. Der Schatten des 3. Mondes fällt auf die Scheibe des Jupiter; die starken Undulationen des Planeten machen ihn aber oft unsichtbar; um 5^h 89^m (?) Sternzeit war er ganz eingetreten.

18. Februar, gegen 7^h 10^m wahrer Zeit oder 5^h 10^m Sternzeit. Unter Benutzung des Fernrohrs des Kaisers mit einer 191fachen Vergrößerung ergibt sich die Reihenfolge der Monde nach der Größe: 3., 2., 1., 4. Der Unterschied zwischen dem 3. und dem 2. ist ziemlich merklich;

der 2. scheint ein wenig größer als der 1., und etwas heller (der 2. steht weiter vom Jupiter ab als der 1.). Was den 4. anlangt, so ist er etwas weniger hell als der 1., aber nahe ebenso groß. Bei der Discussion dieser Beobachtung wird man jedoch darauf achten müssen, daß der 1., weil er dem Planeten näher stand als der 4., durch diesen Umstand mehr geschwächt werden mußte. — Die Streifen des Jupiter sind ziemlich sichtbar; doch sind der Rand des Planeten und die Monde nicht recht gut begrenzt. — Um 6^h 26^m Sternzeit untersuchte ich Jupiter mit demselben Fernrohre, und es schien mir das Licht des 1. Mondes entschieden lebhafter als das des 4.; dagegen ist das Volumen dieses letztern vielleicht ein wenig größer. Was den 2. betrifft, so bin ich fortwährend der Meinung, daß er heller und größer ist als der 1., jedoch ohne daß der Unterschied recht merklich hervortritt. — Als ich um 9^h wahrer Zeit (7^h 5^m Sternzeit) die 88fache Vergrößerung anwandte, fand ich dieselbe Reihenfolge in der Größe; der Unterschied zwischen dem 1. und 2. ist sehr klein, aber stets zum Vortheil des letztern. Bouvard, der unmittelbar nach mir die Monde untersuchte, hat sie ebenso wie ich geordnet.

19. Februar, 7^h Sternzeit (gegen 9^h wahrer Zeit). Die Reihenfolge der Monde nach ihrer Helligkeit schien mir folgende zu sein: 3., 4., 1., 2. Das Wetter ist nebelig und die Monde sind schlecht begrenzt, so daß man ihre Größen nicht vergleichen kann. Da der 2. und der 1. dem Planeten ziemlich nahe stehen, so werden sie vielleicht durch diesen Umstand eine Schwächung haben erleiden können; der 4. befindet sich nahe in seiner größten Digression. Es ist übrigens möglich, daß wegen des ungünstigen Wetters und des sehr ungleichen Abstandes der Monde vom Körper des Jupiter diese Beobachtungen nicht sehr gut sind. Es wurde dazu ein Fernrohr von Cauchoix mit 150facher Vergrößerung benutzt.

22. Februar, 5^h 30^m Sternzeit (gegen 7^h 15^m wahrer Zeit). Es wurde das zweite Lerebours'sche Fernrohr mit 191facher Vergrößerung angewandt. Der 3. Mond ist der größte; dann kommt der 2., darauf der 1., und zuletzt der 4. Das Licht des 3. und des 1. Mondes scheinen mir gleich lebhaft, das des 2. ist schwächer; das Licht des 4. ist unter allen am mattesten. Der 1. und 4. Mond sind im Volumen nicht viel verschieden; der 2. erscheint etwas größer, jedoch ohne daß der Unterschied sehr merklich hervortritt. — Als ich dann mit 134facher Vergrößerung beobachtete, und von dem Volumen absah, das man mit diesem Oculare nicht gut schätzen konnte, würde ich die Monde beim ersten Blick in folgende Ordnung gebracht haben: 3., 2., 1., 4. Der Unterschied zwischen dem 2. und 3. ist nicht so groß, daß er nicht hätte zweifelhaft sein können; ferner ist zu bemerken, daß der 1. Mond dem Planeten viel näher steht als der 2. — Mit demselben Fernrohre, aber bei 88facher Vergrößerung,

ordnete ich die Monde so: 3., 2., 1., 4. Der Unterschied zwischen dem 2. und 1. erscheint nicht sehr groß; doch habe ich bei dieser letzten Beobachtung die ungleichen Abstände der Monde von der Scheibe des Jupiter nicht in Anschlag gebracht.

1. März, gegen 6^h wahrer Zeit (5^h Sternzeit). 88fache Vergrößerung. Der 3. Mond ist entschieden der größte; der 4. dagegen ebenso entschieden der kleinste und wenigst helle, obgleich er sich ziemlich in seiner größten Digression befindet; der 1. und 2. Mond sind gleich groß, das Licht des 2. ist aber etwas lebhafter. — Bei einer zweiten Prüfung mit derselben Vergrößerung würde ich mein Urtheil so gestellt haben, daß das Licht des 2. weißer und lebhafter ist als das des 1., der etwas röthlich erscheint; dagegen ist der Durchmesser dieses letztern Mondes etwas größer als der des 2. — Um 5^h 20^m Sternzeit. 200fache Vergrößerung. Der 3. Mond ist der größte und hellste. Der 1. und 2. sind gleich an Durchmesser und Licht (das des 2. ist vielleicht lebhafter, doch wage ich es nicht zu behaupten); der 4. ist kleiner und schwächer als die übrigen. Indeß scheint es mir, als ob in dem allgemeinen Eindrucke, den die Monde beim ersten Blicke erzeugen, bei dieser Vergrößerung eine weniger große Ungleichheit zwischen dem 4. Monde und den beiden ersten hervortritt als bei den schwächern Vergrößerungen.

5. März, 5^h 30^m Sternzeit (gegen 6^h 30^m wahrer Zeit). Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 200facher Vergrößerung angewandt. Die Reihenfolge der Monde nach ihrer Größe ist folgende: 3., 2., 1., 4. Der Unterschied zwischen dem 1. und 2. ist sehr klein; das Licht des 1. ist vielleicht etwas heller als das des 2., während letzterer seinerseits den andern in Bezug auf das Volumen übertrifft. Uebrigens habe ich den 2. Mond nur vor den ersten gestellt, weil die mit Schnelligkeit vor dem Jupiter vorüberziehenden Wolken den 1. Mond stets früher als den 2. verschwinden lassen.

11. März, 8^h 15^m wahrer Zeit. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 522,88 — 84,75 = 438,13 Skth. = 33,73″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 544,08 — 84,75 = 499,33 Skth. = 38,45″. — Abplattung $^1/_{11}$. — Jupiter ist schlecht begrenzt; die Streifen sind sehr wenig sichtbar. Starke Vergrößerung. — Mit dem Prismenfernrohre erscheinen mir der 1. und 4. Mond gleich groß; doch ist der 1. heller. Der 2. ist sicherlich kleiner, weil man ihn, sobald man ihn neben die Scheibe des Planeten bringt, fast nicht sieht. — Mit dem Lerebours'schen Fernrohre würde ich bei 90facher Vergrößerung den 1. und 3. Mond für nahe gleich hell, den 2. und 4. für gleich groß, jedoch den letzten für ein wenig schwächer, erklärt haben.

15. März, 7^h 10^m wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 190facher Vergrößerung benutzt. Die Reihenfolge der Monde scheint mir folgende zu sein: 3., 2., 1., 4. Der 3. ist der größte und hellste. Der 2. und 1. erscheinen mir gleich groß, aber das Licht des 2. ist merklich lebhafter (das Licht des 1. ist röthlich). Der 4. ist nahe ebenso groß als der 1.; sein Licht scheint mir etwas schwächer; jedoch ist der Unterschied nicht beträchtlich.

17. März, 8^h 30^m wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 90, 130 und 200facher Vergrößerung benutzt. Die Monde waren unter einander weniger als gewöhnlich verschieden. Doch, glaube ich, würde man folgende Reihenfolge aufstellen können: 3., 1., 2., 4. Der Unterschied zwischen dem 1. und 3. ist nicht groß; zwischen dem 2. und 4. ist er gleichfalls sehr wenig merklich. Der 1. und 2. sind vielleicht gleich groß, doch ist das Licht des 1. lebhafter.

18. März, 7^h 30^m wahrer Zeit. Es wurde das zweite Lerebours'sche Fernrohr mit 190 und 134facher Vergrößerung angewandt. Der 1. Mond scheint mir ebenso groß und hell wie gewöhnlich. Der 3. ist etwas größer, doch erscheint mir der Unterschied nicht so groß, wie in einigen der frühern Beobachtungen; der 4. ist mir kleiner als der 1. erschienen; der Unterschied ist aber weniger groß als gewöhnlich. Uebrigens ist es für diesen 4. Mond, der bisweilen sehr weit vom Planeten absteht, sehr wichtig zu warten, bis er in die Mitte des Fernrohrs gekommen ist; denn ohne diese Vorsicht würde man infolge der ungleichen Dicke derjenigen Theile des Oculars, durch welche die von den verschiedenen Monden kommenden Strahlen hindurchgehen, irre geführt werden können.

21. März, 6^h 30^m wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 134facher Vergrößerung angewandt. Die Reihenfolge der Monde ist die folgende: 3 , 1., 2., 4. Der 3. und 1. Mond sind wenig verschieden; der 2. und 4. sind ebenso wenig sehr ungleich; jedoch ist der 4. schwächer als der andere (er stand auch näher an der Scheibe des Planeten). — 7^h wahrer Zeit. 200fache Vergrößerung. Der Unterschied zwischen dem 3. und 1. Monde ist noch weniger beträchtlich als mit dem vorhergehenden Oculare; auf Augenblicke kam es mir sogar vor, als ob beide vollkommen gleich wären; der 4. ist immer der schwächste; der 2. hat einen etwas größern Durchmesser und sein Licht ist auch ein wenig lebhafter.

24. März, 8^h wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 90, 140 und 200facher Vergrößerung angewandt. Die Unterschiede zwischen den Intensitäten der verschiedenen Monde schienen mir weniger groß als gewöhnlich zu sein. Jedoch ist der 3. der größte. Der 1. und 2. sind meines Dafürhaltens von gleicher Größe und gleicher Intensität; sollte man durchaus ihre Reihenfolge angeben, so würde ich den 1. voran-

stellen. Was den 4. anlangt, so ist er kleiner als die beiden vorhergehenden, jedoch ohne daß der Unterschied recht groß ist.

25. März, 8^h wahrer Zeit. Der 1. und 3. Mond sind sehr nahe von gleicher Größe; bei 90facher Vergrößerung hielt ich sie für vollkommen gleich; bei 140facher erschien mir der 3. Mond ein klein wenig größer und röther als der 1.; bei dem Oculare mit 200facher Vergrößerung kam es mir auf Augenblicke so vor, als ob der 1. Mond der hellste wäre. Der 2. Mond ist nicht sichtbar. Der 4. steht nahe in seiner größten Digression, und unterscheidet sich, wie mir scheint, weniger von den andern als gewöhnlich.

26. März, 8^h 45^m wahrer Zeit. Der 3. Mond ist der größte. Das Licht des 2. ist vielleicht lebhafter, aber sein Durchmesser ist kleiner. Der 4. Mond ist gleichzeitig der wenigst helle und der größte; es scheint mir jedoch, daß ich ihn oft kleiner gesehen habe; ich glaube ebenfalls, daß der 3. Mond in einigen der frühern Beobachtungen heller als heute gewesen ist. Der 1. Mond ist mit dem Planeten in Berührung, aber die starken Undulationen seines Randes haben mir eine genaue Beobachtung des Eintritts nicht gestattet.

28. März, 9^h wahrer Zeit. Es wurden die Fernröhre von Lerebours und Cauchoix mit ungefähr 140facher Vergrößerung angewandt. Der 1. und 3. Mond scheinen mir gleich groß und hell; auf Augenblicke jedoch kommt es mir so vor, als ob das Volumen des 3. Mondes größer wäre; jedenfalls ist der Unterschied sehr gering. Der 2. und 4. Mond sind merklich schwächer als die beiden vorhergehenden, unter einander aber wenig verschieden; doch ist es möglich, daß der 2. ein klein wenig heller ist als der 4.

29. März, 9^h wahrer Zeit. Der 3. Mond ist der größte und hellste; dann kommt der 2.; den 1., der sich nicht viel vom vorhergehenden unterscheidet, würde ich unmittelbar darauf folgen lassen. Dagegen ist der 4. sehr merklich schwächer als die drei andern. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 134facher Vergrößerung angewandt. Bouvard ordnete die Monde in dieselbe Reihenfolge wie ich.

1. April, 8^h wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 134 und 200facher Vergrößerung angewandt. Der 3. Mond ist der größte und hellste; dann kommt der 1., auf welchen der 2. folgt; der 4. endlich ist der schwächste, jedoch vom 2. nicht sehr verschieden.

12. April, 7^h 30^m wahrer Zeit. Es wurde das Lerebours'sche Fernrohr mit 200facher Vergrößerung angewandt. Der 3. Mond ist der größte und hellste. Der Durchmesser des 2. ist vielleicht größer als der des 1.; dagegen glaube ich, daß das Licht dieses letztern ein klein wenig lebhafter ist als das des 2.; so daß im Ganzen genommen diese beiden

Monde beim ersten Blick gleich leuchtend zu sein scheinen. Der 4. aber ist im Vergleich zu den andern außerordentlich schwach.

18. October, 5^h 15^m Morgens. Einen Augenblick vor dem Eintritte des 1. Mondes fand ich, daß derselbe sowohl an Größe als auch an Helligkeit den 4. übertraf. Ich benutzte das Lerebours'sche Fernrohr mit 191facher Vergrößerung. Die Vergleichung war leicht, weil die beiden Monde auf derselben Seite vom Planeten und in ziemlich gleicher Entfernung von seiner Scheibe standen.

19. October, 11^h wahrer Zeit. Es wurde das Fernrohr des Kaisers mit einer 191fachen Vergrößerung angewandt. Die Monde des Jupiter haben Scheiben; die Scheibe des 3. Mondes ist die größte; die des 1. und 4. sind gleich; vielleicht übertrifft sogar letztere die des 1.; dagegen scheint mir das Licht des 1., das unbestreitbar viel lebhafter ist als das des 4., auch etwas lebhafter als das des 3. Der Schatten des 2. Mondes projicirt sich auf die Scheibe des Planeten, ist aber sehr wenig sichtbar, weil er dem untern Streifen folgt, dessen Durchmesser er nicht ganz gleich kommt.

1812.

5. April, 9^h wahrer Zeit. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 517,50 — 84,75 = 432,75 Skth. = 33,32″. Jupiter ist auf Augenblicke sehr gut begrenzt.

10. April, 8^h 30^m wahrer Zeit. Der 4. Mond des Jupiter ist ganz schwach. Der 3. übertrifft an Größe und Helligkeit den 1. Der 2. projicirt sich in geringem Abstande vom Rande auf den Planeten. Der 4. Mond, der häufig eine begrenzte Scheibe hat, ist jetzt dermaßen klein und schwach, daß ich ihn anfänglich für einen sehr kleinen Stern hielt, in dessen Nachbarschaft ich den Planeten gekommen wähnte.

30. April, 9^h wahrer Zeit. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 489,00 — 84,75 = 404,25 Skth. = 31,13″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 510,93 — 84,75 = 426,18 Skth. = 32,82″. — Abplattung $^1/_{19}$. — Während eines großen Theils dieser Beobachtungen ist Jupiter von Dünsten bedeckt und undulirend; doch läßt sich gut einstellen.

5. Mai, 8^h bis 8^h 15^m wahrer Zeit. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus zehn Messungen 487,20 — 84,75 = 402,45 Skth. = 30,99″. Abstand des untern Randes des obern Planeten vom scheinbaren obern Rande des obern Streifens des untern Planeten (Fig. 21, S. 312) nach einem Mittel aus vier Messungen

362,37 — 84,75 = 277,62 Skth. = 21,38″. Jupiter war ziemlich deutlich zu sehen. — 9^h wahrer Zeit. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 508,83 — 84.75 = 424,08 Skth. = 32,61″. Als das erste Diaphragma vor das Objectiv gestellt wurde, ergab sich im Mittel von drei Messungen 503,17 — 84,75 = 416,42 Skth. = 32,06″. — Abplattung $^1/_{20}$. — Zu Ende der Beobachtungen ist Jupiter undulirend, und die Schwäche der Bilder macht ihn schwer zu beobachten.

17. Mai, 8^h 15^m bis 8^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus acht Messungen 478,75 — 84,75 = 394,00 Skth. = 30,33″. Jupiter ist etwas verwaschen; die Dämmerung sehr stark. — Als der untere Rand des obern Planeten den obern Rand des scheinbaren obern Streifens des untern Planeten (Fig. 21, S. 312) berührte, ergab sich als Mittel aus fünf Messungen 373,10 — 84,75 = 288,35 Skth. = 22,20″ für den Abstand a b. Die Beobachtungen sind schwierig, weil die Streifen des Planeten nicht sehr schwarz sind.

22. Mai, 8^h 45^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 501,50 — 84,75 = 416,75 Skth. = 32,09″. Jupiter ist undulirend und verwaschen.

31. Mai. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 465,00 — 84,75 = 380,25 Skth. = 29,28″. Jupiter steht sehr tief und ist sehr schlecht begrenzt.

1813.

5. Mai, 8^h bis 9^h 10^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 535,00 — 84,75 = 450,25 Skth. = 34,67″. — Als der untere Rand des obern Bildes den obern Rand des scheinbaren obern Streifens des zweiten Bildes berührt (Fig. 21, S. 312), ergibt sich als Mittel aus fünf Messungen 373,00 — 84,75 = 288,25 Skth. = 22,19″ für den Abstand a b. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 509,67 — 84,75 = 424,92 Skth. = 32,72″. Jupiter ist sehr rein. Starke Vergrößerung. — Abplattung $^1/_{17}$.

13. Mai, 9^h bis 9^h 30^m. Als der untere Rand des obern Planeten den obern Rand des obern Streifens des untern Planeten berührte, ergibt sich als Mittel aus sechs Messungen für den in Fig. 21 (S. 312) mit a b bezeichneten Abstand 363,33 — 84,75 = 278,58 Skth. = 21,45″. Als der untere Rand des scheinbaren obern Planeten den Rand des ersten Streifens berührt, scheint mir der obere Rand des untern Planeten fast genau den scheinbaren untern Rand des andern Streifens zu

berühren. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 499,60 — 84,75 = 414,85 Skth. = 31,94″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel von sieben Messungen 528,00 — 84,75 = 443,25 Skth. = 34,13″. Jupiter ist stark undulirend und sehr oft von Wolken bedeckt. Starke Vergrößerung. — Abplattung $^1/_{16}$.

14. Mai, 8^h bis 8^h 15^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 525,83 — 84,75 = 441,08 Skth. = 33,96″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Beobachtungen 497,50 — 84,75 = 412,75 Skth. = 31,78″. Zur Zeit dieser Beobachtungen ist es noch etwas Tag. Starke Vergrößerung. — Abplattung $^1/_{16}$.

31. Mai, 9^h bis 9^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 509,33 — 84,75 = 424,58 Skth. = 32,69″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 479,50 — 84,75 = 394,75 Skth. = 30,39″. — Abplattung $^1/_{14}$. — Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 355,70 — 84,75 = 270,95 Skth. = 20,86″.

3. Juni, 8^h 45^m bis 9^h 15^m. Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 354,80 — 84,75 = 270,05 Skth. = 20,79″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 476,40 — 84,75 = 391,65 Skth. = 30,16″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 505,50 — 84,75 = 420,75 Skth. = 32,40″. — Abplattung $^1/_{14}$. — Die Ränder der Bilder waren undulirend. Während der Beobachtung der Streifen schien es mir, als ob der scheinbare untere Streifen etwas weiter vom untern Rande abstände, als der andere vom scheinbaren obern Rande. Der untere Streifen ist in dem dem Rande zunächst gelegenen Theile nicht recht scharf.

5. Juni, 9^h 15^m bis 9^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 503,36 — 84,75 = 418,61 Skth. = 32,23″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 476,20 — 84,75 = 391,45 Skth. = 30,14″. — Abplattung $^1/_{15}$. — Die Bilder sind sehr verwaschen und undulirend.

7. Juni, 9^h bis 9^h 45^m. Unter 45^0 gegen die Streifen geneigter Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 493,29 — 84,75 = 408,54 Skth. = 31,46″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 475,20 — 84,75 =

390,45 Skth. = 30,06″. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den in Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 360,25 — 84,75 = 275,50 Skth. = 21,21″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 502,75 — 84,75 = 418,00 Skth. = 32,19″. — Abplattung $^1/_{15}$. — Die Bilder, die anfangs sehr rein waren, zeigten zu Ende der Beobachtungen äußerst starke Undulationen, und die Streifen sind nicht mehr sichtbar.

10. Juni, 8^h 45^m bis 9^h 30^m. Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 348,40 — 84,75 = 263,25 Skth. = 20,27″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 475,30 — 84,75 = 390,55 Skth. = 30,07″. — Um 45° gegen die Streifen geneigter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 480,37 — 84,75 = 395,62 Skth. = 30,46″. — Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 498,00 — 84,75 = 413,25 Skth. = 31,82″. — Abplattung $^1/_{18}$. — Die Undulationen werden so stark, daß ich die Beobachtungen nicht fortsetzen kann.

1814.

10. Mai, 7^h 45^m bis 8^h, bei noch sehr starkem Dämmerungslichte. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 560,87 — 84,75 = 476,12 Skth. = 35,66″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 544,25 — 84,75 = 459,50 Skth. = 35,38″. — Abplattung $^1/_{28}$. — Nach einem Mittel aus den Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 401,12 — 84,75 = 316,37 Skth. = 24,36″. — 8^h 15^m bis 8^h 45^m nach eingetretener Nacht. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 542,87 — 84,75 = 458,12 Skth. = 35,28″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 564,33 — 84,75 = 479,58 Skth. = 36,93″. — Abplattung $^1/_{22}$.

12. Mai, 8^h. Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 392,80 — 84,75 = 308,05 Skth. = 23,72″. Der Himmel ist rein und die Streifen sind ziemlich gut sichtbar. — 8^h 30^m bis 9^h. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 541,25 — 84,75 = 456,50 Skth. = 35,15″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 565,60 — 84,75 = 480,85 Skth. = 37,03″. — Abplattung $^1/_{14}$. Jupiter ist etwas verwaschen.

14. Mai, 8^h bis 8^h 45^m. Nach einem Mittel aus sechs Beobachtungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Ab-

stand 385,67 — 84,75 = 300,92 Skth. = 23,17″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 540,00 — 84,75 = 455,25 Skth. = 35,05″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Beobachtungen 562,87 — 84,75 = 478,12 Skth. = 36,82″. — Abplattung $^1/_{21}$. Die Beobachtungen sind schwierig, aber gut.

18. Mai, 8^h bis $8^h\ 45^m$. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 533,20 — 84,75 = 448,45 Skth. = 34,53″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 554,25 — 84,75 = 469,50 Skth. = 36,15″. Abplattung $^1/_{22}$. — Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 386,90 — 84,75 = 302,15 Skth. = 23,26″. — Während der untere Rand des obern Planeten den obern Rand des obern Streifens im andern Bilde berührt, erreicht der obere Rand des untern Planeten noch nicht den untern Streifen des erstern; folglich ist der scheinbare obere Streifen dem Rande des Planeten näher als der untere. Dieser letztere ist übrigens merklich weniger breit als der andere. — Das aus dem Uebereinanderfallen der beiden Polarregionen des Jupiter entstehende Segment ist nicht heller als der zwischen den beiden dunkeln Streifen gelegene Raum unter dem Aequator; woraus sich ergibt, daß dieser letztere Raum in Wirklichkeit zweimal heller ist, als die den Polen des Planeten benachbarten Theile. — Jupiter ist ziemlich gut sichtbar.

20. Mai, $7^h\ 45^m$ bis $8^h\ 15^m$. Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 391,60 — 84,75 = 306,85 Skth. = 23,63″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 530,50 — 84,75 = 445,75 Skth. = 34,32″.

9. Juni, $8^h\ 40^m$ bis $9^h\ 30^m$. Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 364,37 — 84,75 = 279,62 Skth. = 21,53″. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 507,50 — 84,75 = 422,75 Skth. = 32,55″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 535,33 — 84,75 = 450,58 Skth. = 34,69″. Abplattung $^1/_{16}$. Die Beobachtungen sind schwierig.

13. Juni, $8^h\ 30^m$ bis $9^h\ 30^m$. Nach einem Mittel aus sieben Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 369,07 — 84,75 = 284,32 Skth. = 21,89″. — Als der Zeiger am Prismenfernrohre auf 428 steht, ist das durch Uebereinanderfallen der beiden Scheiben gebildete Segment an Intensität

schwächer als der zwischen den beiden dunkeln Streifen gelegene Theil unter dem Aequator, oder demselben höchstens gleich. Als aber der Rand den obern Streifen berührt, ist das Segment in seiner ganzen Ausdehnung heller als der äquatoreale Streifen. Daraus folgt, daß in einem ziemlich großen Raum (7″), von den Polen des Planeten aus gerechnet, das daselbst nach uns reflectirte Licht zweimal schwächer ist als das von den Gegenden unter dem Aequator zu uns gelangende. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 351,00 — 84,75 = 266,25 Skth. = 20,50″. — Der helle Aequatorealstreifen ist breiter als der obere dunkle Streifen, und dieser ist seinerseits wieder merklich breiter als der scheinbare untere dunkle Streifen. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 502,91 — 84,75 = 418,16 Skth. = 32,20″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 527,67 — 84,75 = 442,92 Skth. = 34,10″. Abplattung $^1/_{18}$. — Unter 45° von rechts nach links gegen die Streifen geneigter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 515,42 — 84,75 = 430,67 Skth. = 33,16″. — Um $8^h\ 30^m$ wahrer Zeit ist der 3. Mond der hellste; der 1. übertrifft sehr wenig den 2.; der 4. ist deutlich der schwächste von allen. Indem das Dämmerungslicht sämmtliche Monde schwächt, wird die Beobachtung sehr leicht. — Bei allen diesen Messungen und Beobachtungen ist Jupiter gut sichtbar.

14. Juni, $8^h\ 15^m$ bis $9^h\ 30^m$. Der Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichnete Abstand ergibt sich zu 360,40 — 84,75 = 276,65 Skth. = 21,22″. — Als der Zeiger auf dem 417. Skth. steht, ist das durch Uebereinanderfallen der Polargegenden der beiden Bilder entstandene Segment offenbar schwächer als der helle Streifen unter dem Aequator; woraus hervorgeht, daß im natürlichen Zustande das Licht dieses Streifens wenigstens zweimal beträchtlicher ist als das, welches uns vom Pole ziemlich entfernte (um 6,5″) Stellen der Scheibe reflectiren. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 347,15 — 84,75 = 262,40 Skth. = 20,20″. — Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 24 (S. 315) mit gh bezeichneten Abstand 290,10 — 84,75 = 205,35 Skth. = 15,81″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 501,75 — 84,75 = 417,00 Skth. = 32,11″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 524,30 — 84,75 = 439,55 Skth. = 33,85″. Abplattung $^1/_{19}$.

3. Juli, $8^h\ 45^m$ bis 9^h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 505,87 — 84,75 = 421,12

Sktĥ. = 32,43″. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 479,62 — 84,75 = 394,87 Skth. = 30,40″. Abplattung $^1/_{16}$.

12. Juli, 8^h 45^m. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 469,50 — 84,75 = 384,75 Skth. = 29,63″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 495,12 — 84,75 = 410,37 Skth. = 31,60″. Abplattung $^1/_{16}$.

1815.

25. Mai, 9^h 30^m bis 10^h 30^m. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 591,62 — 84,75 = 506,87 Skth. = 39,03″. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 562,33 — 84,75 = 477,58 Skth. = 36,77″. Abplattung $^1/_{17}$. Jupiter erscheint ohne Undulationen.

1817.

18. Juni, von 15^h bis 15^h 30^m Sternzeit sah man nur zwei Streifen auf dem Jupiter; dicht am Rande unterschied man sie kaum.

24. Juni, um 9^h Abends (15^h 10^m Sternzeit) sah man drei Streifen auf dem Jupiter.

1819.

12. August. Mit dem Lerebours'schen Fernrohre und dem schwächsten Soleil'schen Prisma (Winkel 4′) sah ich die beiden Bilder des Schattens des 3. Mondes sich beinahe berühren; manchmal glaubte ich sie sehr schwach getrennt zu sehen. Für den näher am Rande liegenden Schatten, den ich für den des 4. Mondes halte, ist die Trennung etwas deutlicher. Die beiden Bilder dieses 4. Mondes berührten sich nach seinem Austritte aus der Scheibe des Jupiter nicht. Ebenso verhielt es sich mit den beiden Bildern des 2., sowie mit denen des 3. Mondes. Die angewandte Vergrößerung ist die als 134fach gezeichnete. Die erzeugte Trennung beträgt 2,4″.

1820.

3. October. Bei Anwendung des Lerebours'schen Fernrohrs mit der als 134 gezeichneten Vergrößerung, (die jedoch nur 100fach ist), und dem äußern Prisma von ungefähr 4′, berühren die beiden Bilder des 3. Mondes einander oder greifen sehr wenig in einander; die des 1. und 2. Mondes greifen schwach in einander. (Nach diesen Messungen würde der Durchmesser des 3. Mondes nahe 2,4″ betragen.) Darauf führte ich die Messung

aus, indem ich dasselbe Prisma und mein großes Ocular mit veränderlicher Vergrößerung benutzte. Ich fand, daß bei 140,5 (8,0″) die Bilder aller vier Monde merklich getrennt sind. Bei der Stellung 21,0 (1,5″) berühren sich die Bilder des 2. Mondes beinahe, sind vielleicht noch ein wenig getrennt; die der andern sind schwach getrennt. Der Himmel bedeckt sich mit Dünsten, und die Bilder des 3. Mondes scheinen mir bei demselben Punkte 21,0 des veränderlichen Oculars ein klein wenig getrennt. Bei 64,2 (2,2″) sind die Bilder des 3. Mondes getrennt.

8. October. Mit Benutzung unseres Lerebours'schen Fernrohrs suchte ich heute den Schatten des 1. Mondes auf der Scheibe des Jupiter zu messen. Das kleinste unserer Prismen (von ungefähr 4′) gab mit der als 134 gezeichneten Vergrößerung, die aber in Wirklichkeit nur 100fach ist, zwei Bilder des Schattens, die einander beinahe berührten; (daraus folgt für den Durchmesser des Schattens 2,4″.) Nach dieser Messung bedeckte sich der Himmel; dessenungeachtet sah man durch die Wolken den Jupiter und sogar seine Streifen; dagegen waren die Monde mit Ausnahme einzelner getrennter Momente vollkommen unsichtbar. Könnte dieser Unterschied zwischen der Sichtbarkeit kleiner und großer Gegenstände nicht von irgend einem Interferenzphänomen herrühren?

1835.

22. März, $8^h\ 15^m$ bis $8^h\ 45^m$. Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 395,87 — 84,75 = 311,12 Skth. = 23,96″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 525,33 — 84,75 = 440,58 Skth. = 33,92″. — Nach einem Mittel aus zwei Messungen ergibt sich für den Fig. 24 (S. 315) mit gh bezeichneten Abstand 275,25 — 84,75 = 190,50 Skth. = 14,67″. — Bei 119 — 84,75 = 34,25 Skth. = 2,63″ erscheinen die Monde deutlich doppelt; bei 115 — 84,75 = 30,25 Skth. = 2,32″ greifen die Bilder noch nicht vollständig über einander. — Bei diesen Beobachtungen ist der Himmel ziemlich rein.

23. März, $7^h\ 45^m$ bis $8^h\ 15^m$. Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 390,83 — 84,75 = 316,08 Skth. = 24,34″. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 24 (S. 315) mit gh bezeichneten Abstand 276,75 — 84,75 = 192,00 Skth. = 14,78″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 528,67 — 84,75 = 443,92 Skth. = 34,18″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen

560,00 — 84,75 = 475,25 Sth. = 36,59″. Abplattung $^1/_{15}$. — Bei 134 — 84,75 = 49,25 Skth. = 3,79″ sind die Bilder aller Monde getrennt; bei 113 — 84,75 = 28,25 Skth. = 2,17″ berühren sich die beiden Bilder, man kann sie aber noch unterscheiden. Bei 83 bis 87 scheinen mir die Bilder nahe das Minimum ihrer Breite zu besitzen; bei 105 dagegen erscheinen sie bereits verbreitert.

25. März, 7^h 15^m bis 8^h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 554,17 — 84,75 = 469,42 Skth. = 36,14″. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 525,50 — 84,75 = 440,75 Skth. = 33,94″. Abplattung $^1/_{16}$. — Nach einem Mittel aus fünf Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 395,00 — 84,75 = 310,25 Skth. = 23,89″. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 24 (S. 315) mit gh bezeichneten Abstand 281,62 — 84,75 = 196,87 Skth. = 15,16″. — Die Bilder sind etwas verwaschen.

29. März. Ebenso wie in den letzten Tagen sieht man nur einen einzigen Streifen. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 24 (S. 315) mit gh bezeichneten Abstand 272,00 — 84,75 = 187,25 Skth. = 14,42″. — Nach einem Mittel aus sechs Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 391,33 — 84,75 = 306,58 Skth. = 23,61″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 520,50 — 84,75 = 435,75 Skth. = 33,55″. — Wenn man die beiden Scheiben so weit übereinander fallen läßt, daß das gemeinschaftliche Segment die halbe Breite des zwischen dem Pole und dem Streifen liegenden Raumes hat, ist die Intensität dieses Segments geringer als die der Aequatorealgegenden des Planeten. — Bei 105 — 84,75 = 20,25 Skth. = 1,56″ erscheinen die Monde doppelt. Die Umstände, unter denen die Beobachtungen ausgeführt werden, sind ungünstig.

1837.

5. Februar, 9^h. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 673,67 — 84,75 = 588,92 Skth. = 45,35″. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 643,00 — 84,75 = 558,25 Skth. = 42,98″. Abplattuug $^1/_{19}$. — Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 21 (S. 312) mit ab bezeichneten Abstand 440,17 — 84,75 = 355,42 Skth. = 27,37″. — Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 349,88 — 84,75 = 265,13 Skth. = 20,41″.

1842.

14. September, $7^h\ 15^m$ bis $7^h\ 45^m$. Nach einem Mittel aus vier Messungen ergibt sich für den Fig. 22 (S. 313) mit cd bezeichneten Abstand 306,12 — 84,75 = 221,37 Sth. = 17,04″. — Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 439,67 — 84,75 = 354,92 Sth. = 27,33″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 602,33 — 84,75 = 517,58 Sth. = 39,62″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 626,00 — 84,75 = 541,25 Sth. = 41,68″. Abplattung $^1/_{20}$. — Die Bilder waren stets stark undulirend.

15. September, $7^h\ 30^m$ bis 8^h. Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 593,33 — 84,75 = 508,58 Sth. = 39,16″. — Nach einem Mittel aus zwei Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 434,50 — 84,75 = 349,75 Sth. = 26,93″. — Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 22 (S. 313) mit cd bezeichneten Abstand 295,33 — 84,75 = 210,58 Sth. = 16,21″. — Starke Vergrößerung. Jupiter ist undulirend.

16. September, 7^h bis 8^h. Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 22 (S. 313) mit cd bezeichneten Abstand 298,33 — 84,75 = 213,58 Sth. = 16,44″. — Nach einem Mittel aus drei Messungen ergibt sich für den Fig. 23 (S. 314) mit ef bezeichneten Abstand 424,67 — 84,75 = 339,92 Sth. = 26,17″. — Auf den Streifen senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 594,33 — 84,75 = 509,58 Sth. = 39,24″. Mit den Streifen paralleler Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 615,00 — 84,75 = 530,25 Sth. = 40,83″. Abplattung $^1/_{25}$. Jupiter ist stark undulirend. Der Streifen zeigt heute merkliche Ungleichheiten. — Der gemessene Streifen ist der scheinbare untere der beiden gewöhnlichen centralen Streifen. Der zweite dieser Streifen, der scheinbare obere, ist heute sichtbarer als der zwischen ihm und dem Pole gelegene Streifen. Gestern und ehegestern beobachtete man das Umgekehrte. Zwischen dem dritten Streifen und dem Pole ist die Farbe gelblich wie die der Streifen.

Messungen des Saturn und seines Ringes.

Aus Picard's handschriftlichem Tagebuche habe ich die folgenden Messungen des größten und kleinsten Durchmessers des Saturnsringes, so wie einige Beobachtungen über das Aussehen des Planeten ausgezogen:

Am 4. April 1666, 49″ und 21″; der große Durchmesser war 50 Minuten nach seinem Durchgange durch den Meridian horizontal.

Am 30. Juli	1666,	50″	und	18″.
Am 12. October	„	45	und	16.
Am 16. November	„	42	und	16.
Am 17. November	„	41	und	16.
Am 26. November	„	40	und	16.
Am 5. Juli	1667,	52	und	21.

Am 16. Juli 1667, 53″ und 21″; der große Durchmesser war 54 Minuten nach seinem Durchgange durch den Meridian horizontal; die Neigung betrug also 9° 15′. Der wirkliche nördliche Rand der Kugel ragte etwas über den Ring hinaus; der andere Rand erschien wie weggeschnitten.

Am 17. August 1668 ragte der Rand deutlich über die beiden Seiten des Ringes hervor; der große Durchmesser war 52 Minuten (in Zeit) nach seinem Durchgange durch den Meridian horizontal, woraus sich für seine Neigung 8° 39′ ergibt. Die Neigung des Ringes erschien an jenem Tage Picard und Huygens 31°. Huygens hatte früher 23° 30′ gefunden. (Systema Saturnium.)

Am 27. Juni 1670 erschien Saturn mit zwei sehr schmalen Spitzen.

Im Jahre 1671 erschien Saturn, von seinem ersten Sichtbarwerden bis zum 20. Juli vollkommen rund; man sah selbst keinen schwarzen Querstreifen.

Nach Cassini (Acad. des Scienc. Bd. X. S. 582) erschien der Ring des Saturn 1675 durch einen dunklen Streifen in zwei gleiche Theile getheilt. Der innere Theil war sehr hell; der äußere dagegen etwas dunkel. Der Unterschied der beiden Nuancen wurde von Cassini mit dem verglichen, welchen mattes und polirtes Silber darbieten. Folglich mußte beim Verschwinden des Ringes der äußere Rand früher unsichtbar werden, als der Theil, der nahe an der Scheibe des Saturn liegt. Im Jahre 1671 ragte die Scheibe des Planeten im Norden und Süden über den Ring hervor; dies dauerte bis zum Verschwinden des Saturn in den Strahlen der Sonne im Jahre 1676; nach seinem Sichtbarwerden aber im Jahre 1677 übertraf der kleine Durchmesser des Ringes etwas den Durchmesser des Planeten. Diese Beobachtungen können zur Berechnung der Neigung des Ringes dienen. (Vergl. populäre Astronomie, Bd. 4. S. 358.)

Nach Hevel überragte im August 1675 der Planet den Ring (Phil. Transact. 1675. S. 661).

Die aus den Verzeichnissen des Observatoriums ausgezogenen Beobachtungen J. D. Cassini's geben folgende Resultate:

Am 11. März 1690 überragt die Scheibe des Saturn äußerst wenig den Ring.

Am 14. April berührt der äußere Rand des Ringes genau den Rand des Saturn.

Am 14. Mai überragt die Scheibe des Saturn den Ring.

Am 18. Januar 1691 erscheint die Scheibe des Saturn gleich der kleinen Axe des Ringes.

Die in den Philosophical Transactions für 1790 S. 17 veröffentlichte Abhandlung Herschel's gibt folgende am 14. September 1789 mit einem 40füßigen Teleskope und einem Fadenmikrometer ausgeführte Messungen:

	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
	21,94″	20,57″
	23,11	20,10
	21,73	21,16
	22,85	—
Mittel	22,81″	20,61″

In den Philosophical Transactions für 1792 gibt Herschel folgende sieben mit einem 20füßigen Teleskope gemachte Messungen:

54,11″
52,54
52,87
54,68
52,90
53,04
53,41

woraus 46,832″ als Durchmesser des Ringes in dem mittleren Abstande des Planeten von der Erde folgt.

Mit dem 40füßigen Teleskope haben ihm fünf Messungen gegeben:

53,91″
53,26
50,63
50 04
50,81

woraus 46,522″ für den auf den mittleren Abstand reducirten Durchmesser folgt.

Der definitive Durchmesser des Ringes würde im Mittel davon 46,63″ sein.

Im Jahre 1791 sah man die Seite des Ringes, welche der 1790 beobachteten entgegengesetzt war. Der dunkle Streifen schien zu beiden Zeiten dieselbe Lage zu haben. Daraus schloß Herschel, daß zwischen den beiden Theilen des Ringes eine wirkliche Trennung vorhanden sei. Der berühmte Astronom gibt die folgenden Verhältnisse für die verschiedenen Elemente des Gestirns: innerer Durchmesser des inneren Ringes 5900 Theile des Mikrometers; äußerer Durchmesser eben dieses

Ringes 7510; innerer Durchmesser des großen Ringes 7740, äußerer Durchmesser dieses letzteren Ringes 8300; Breite des inneren Ringes 805; Breite des äußeren Ringes 280; Breite des leeren Raumes 115.

In den Philosophical Transactions für 1806 S. 455 gibt Herschel an, daß der Durchmesser des Saturn, welcher den Aequator unter 45° schneidet, größer als der Aequatorealdurchmesser erschien; dem slougher Astronomen zufolge ist Jupiter ein Ellipsoid und Saturn ein Sphäroid. Die Breite des Ringes verhält sich zu dem leeren Raume wie 5 : 4.

Herschel erkannte, daß das Licht des Saturn an Intensität dem des Ringes sehr nachsteht; er fand ferner in jenem eine gelbliche Färbung, welche das Licht des Ringes nicht besaß.

In den Abhandlungen des slougher Astronomen steht eine Bemerkung, die nicht hinlänglich verfolgt ist; was zu bedauern, weil sie auf die physische Beschaffenheit des Saturn einiges Licht zu werfen scheint. Diese Bemerkung lautet: „Der Schatten des Ringes auf dem Planeten ist dem Ringe nicht parallel: an seinen Enden erscheint er breiter als in der Mitte.“ Läßt sich der Unterschied bezüglich seiner Größe vielleicht mit den Gesetzen der Perspective vereinigen?

Im Juni 1807 glaubte Herschel wahrzunehmen, daß sich Süd- und Nordpol des Saturn nicht gleich verhielten. Die vom Südpole ausgehenden Lichtstrahlen konnten die Erde nur erreichen, indem sie den Rand des Ringes, der davor stand, streiften. Die vom anderen Pole kommenden Strahlen langten aber im Auge des Beobachters an, ohne auf ihrem Wege Etwas anzutreffen, weil auf dieser Seite der Ring dahinter stand. Die den Ring streifenden Strahlen schienen nun wie durch eine Brechung abgelenkt; unter solchen Umständen setzte aber eine Brechung den Durchgang durch ein gasförmiges Mittel voraus. Dies war die Reihe von Schlüssen, wodurch Herschel den Ring mit einer Atmosphäre ausstatten zu dürfen glaubte.

Herschel fand, daß der fünfte Saturnsmond nach dem Durchgange durch die untere Conjunction, während er sich zwischen dem 68. und 129. Grade der Bahn (die Grade von jener Conjunction aus gezählt) bewegt, in seinem vollen Glanze ist. In dieser Zeit ist er kaum weniger glänzend als der vierte Mond.

Von 7° nach der Opposition dagegen bis gegen die untere Conjunction hin ist jener Mond weniger hell als der dritte; er übertrifft sogar den zweiten, und selbst den ersten nur sehr selten. Diese Aenderungen des fünften Mondes können mit denen verglichen werden, welche ein Stern erleiden würde, der für das bloße Auge aus zweiter Größe zur fünften überginge. Herschel sah dieselben während mehr als zehn auf einander folgender Umläufe regelmäßig nach einander eintreten, und zog daraus die sehr begründete Folgerung, daß der Mond dem Planeten stets dieselbe Seite zuwendet. Um gerecht zu sein, müssen wir hinzufügen, daß Cassini bereits 1705 gesehen hatte, daß der fünfte Mond verschwand, wenn er östlich vom Planeten stand; doch wurde im September 1705 dieser Satellit ebenso gut im Osten als im Westen gesehen. Dies hinderte nicht, zur Erklärung der ersten Beobachtungen mit dem pariser Akademiker eine Rotationsbewegung des Mondes anzunehmen, deren Dauer genau der Zeit seines Umlaufs um den Saturn gleich war. Die Folgerung würde nicht zulässig gewesen sein, wenn der Mond das Maximum seiner Helligkeit in verschiedenen Punkten seiner Bahn erreicht hätte; sein Wiedererscheinen im Osten in einigen seltenen Fällen war nur ein Anzeichen von physischen Veränderungen.

In Herschel's in den Philosophical Transactions für 1808 mitgetheilten Beobachtungen über die Gestalt des Saturn findet man, daß die südlichen Theile des Planeten weiter hervorragen als die nördlichen. In dieser Beziehung ist zu bemerken, daß die Strahlen, welche von dem sehr kleinen im Süden hervorragenden Theile der Kugel ins Auge gelangten, in geringem Abstande am Ringe vorbeigingen, während die von den nördlichen Theilen ausgehenden Strahlen durch Nichts abgelenkt wurden. Die größte Höhe des sichtbaren Segments betrug ungefähr 1,3''. Man wird diese Beobachtung mit Picard's am 16. Juli 1667 (s. oben S. 339) gemachter Wahrnehmung in Beziehung setzen müssen.

Aus den königsberger Annalen entlehne ich die folgenden Zahlen, welche nach verschiedenen Astronomen die Größen des Saturn ausdrücken:

Beobachter.	Ring.	Aequatoreal-durchmesser.	Polar-durchmesser.
Köhler . . .	37,39″	16,53″	15,06
Pound . . .	42,00	18,00	—
Rochon . . .	40,60	16,90	—
Usher . . .	—	18,12	15,85
Herschel. . .	46,68	22,81	20,56
Zach . . .	35,04	13,10	—
Bugge . . .	—	11,29	7,63

Bessel's im Jahre 1806 gemachte Beobachtungen geben für den großen Durchmesser des Ringes, reducirt auf den mittleren Abstand des Saturn von der Erde:

42,78″ mit einem 14füßigen Teleskope.
42,25 „ „ $4^1/_2$ „ „
41,39 „ „ 14 „ „

Im Jahre 1811 von demselben Astronomen gemachte Messungen geben:

	Großer Durchmesser des Ringes.	Kleine Axe.	Zahl der Beobachtungen.
14. Mai . . .	39,66″	17,91″	4
18. „ . . .	39,87	17,97	4
21. „ . . .	39,62	18,00	2
22. „ . . .	40,50	18,47	1
5. Juni . . .	39,71	17,63	2
8. „ . . .	40,50	19,18	2
11. „ . . .	40,85	18,72	2

Das Mittel dieser Messungen Bessel's, reducirt auf den mittleren Abstand des Saturn von der Erde, gibt für den großen Durchmesser des Ringes 38,27″.

Dies sind die Beobachtungen und Messungen, welche den von mir über den Saturn gemachten vorausgegangen sind; ich habe Herrn Barral beauftragt, diese letzteren aus meinen Tagebüchern auszuziehen und die nöthigen Reductionsrechnungen vorzunehmen. In der populären Astronomie (Bd. 4. S. 350) findet man die Zahlen, welche seit dieser Zeit von anderen Beobachtern erhalten worden sind.

Bei mehreren Veranlassungen habe ich der gelehrten Welt einige der Resultate mitgetheilt, zu denen ich gelangt war. Laplace citirt meine Messungen in dem 8. Kapitel der Exposition du système du monde. Das Protocoll der Sitzung des Längenbureau vom 13. Juli 1814 bestätigt, daß ich eine Bestimmung der Abplattung des Planeten gegeben habe; das vom 8. Mai 1833 besagt, daß ich das im Anfange dieses Jahres beobachtete Verschwinden des Ringes zur Kenntniß gebracht habe. Der Bericht der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 26. September 1842 enthält die folgende Notiz über die relativen Lagen der Mittelpunkte des Saturn und des Ringes:

„Arago hat die Akademie mündlich mit den von ihm so eben im Verein mit seinen gewöhnlichen Mitarbeitern angestellten Beobachtungen über die Lage der Mittelpunkte des Saturn und des Ringes gegen einander unterhalten. Folgendes sind die einzelnen Beobachtungen:

„Am 14. September 1842, $7^h 30^m$, steht der Planet dem Ringe im Westen merklich näher als im Osten; der Unterschied der beiden Abstände schien 8 bis 9 Zehntelsecunden zu betragen.

„Am 15. September, $7^h 30^m$, bestand die Excentricität in demselben Sinne wie Tags zuvor; schien indeß an Größe abgenommen zu haben.

„Am 16. September, $7^h 30^m$, war die Excentricität seit dem 15. noch geringer geworden.

„Am 17. September, $7^h 30^m$, ist die Excentricität noch wahrnehmbar, aber äußerst schwach. Wenn die beiden dunkeln Räume am 14. ebenso wenig ungleich gewesen wären, wie heute, so würde der Unterschied sicherlich nicht bemerkt worden sein.

„Arago setzt hinzu, daß diese Beobachtungen für die Zukunft nicht mehr durch bloße Schätzungen, sondern mittelst genauer Mikrometermessungen verfolgt werden sollen. Er erinnert außerdem daran, daß diese Art von Excentricität des Saturn am 17. December 1826 von Schwabe in Dessau beobachtet worden war; daß Struve ihren Werth im März und April 1828 bestimmte; daß der dessauer Astronom in einer ausführlichen Abhandlung in Nr. 433 der Astro-

nomischen Nachrichten von Schumacher auf diesen Gegenstand zurückgekommen ist, und daß endlich eigenthümlicherweise die älteren, wie die neueren Beobachtungen den Planeten stets westlich von dem Mittelpunkte des Ringes gezeigt haben.

„Arago würde haben anführen können, daß ein französischer Astronom, Gallet, Schwabe in der Beobachtung der Excentricität der Saturnskugel zuvorgekommen war. Dieser avignoner Canonicus äußerte nämlich (vergl. Journal des Savants, 1684, S. 198): „Bisweilen ist der Körper des Saturn nicht vollkommen in der Mitte des Ringes gesehen worden." Der Verfasser erklärt dann (mit Ausnahme der Größenverhältnisse, von denen er kein Wort sagt), warum dies in den Quadraturen durch eine Wirkung der Phasen des Planeten stets eintreten muß.

„Arago legt die Originalblätter vor, auf denen er am 13. Juni 1814, am 7. October desselben Jahres und am 31. Januar 1824 notirt hatte, daß Saturn gegen den Ring in der Richtung des kleinen Durchmessers excentrisch war. Man hat gesehen, daß die Beobachtungen von Schwabe und Struve, ebenso wie die neueren pariser Beobachtungen sich auf eine Excentricität in der Richtung des großen Durchmesser des Ringes beziehen.

„Beim Aufsuchen der Elemente zu einer unparteiischen Geschichte dieses kleinen Winkels der Planetenwelt hat Arago gefunden, daß die Entdeckung der Excentricität des Saturn, wenigstens in der Richtung des kleinen Durchmessers des Ringes Picard zugeschrieben werden muß. Man findet nämlich in der 1741 gedruckten Histoire céleste von Lemonnier S. 25 als Auszug aus den Tagebüchern des berühmten Urhebers der Messung der Erde Folgendes: „Am 5. Juli 1667 schien der nördliche Rand des Saturn etwas über den Rand des Ringes hervorzuragen; der andere Rand erschien wie weggeschnitten." Die Zeichnung, von welcher diese Notiz begleitet ist, zeigt, weil Picard's Fernrohr die Objecte umkehrte, deutlich, daß der Planet den Ring am scheinbaren unteren, also am wirklichen oberen Rande überragte.

„Bei Arago's Beobachtung am 31. Januar 1824 war es nicht, wie 1667 der scheinbare untere Rand, der den Ring überragte, son-

dern der obere. Ebenso war es der scheinbare obere Rand, und zwar dieser allein, den man am 7. October 1814 etwas sah.

„Am 13. Juni desselben Jahres 1814 schrieb Arago in sein Beobachtungsregister: „Um 3 Uhr Morgens erkannte ich nach einer sehr aufmerksamen Prüfung des Saturn mit einem ausgezeichneten Lerebours'schen Fernrohre bei 150, 190 und 400facher Vergrößerung, daß Saturn oben und unten etwas über den Ring hervorragte. Unten (scheinbar) ist die durch den Körper des Planeten gebildete Protuberanz deutlich; oben (scheinbar) sieht man sie kaum."

„Damit man die Erklärung dieser verschiedenen Excentricitäten nicht etwa in der Beugung, oder in einer Brechung der Lichtstrahlen beim Durchgange durch die Atmosphäre, womit nach Herschel der Ring umgeben ist, suchen möchte, hebt Arago hervor, daß z. B. am 31. Januar 1824, als der Planet nur am scheinbar oberen Rande hervorragte, der Ring in dieser Gegend in Wirklichkeit hinter dem Planeten lag, so daß die von dem scheinbaren oberen Pole der Kugel ausgehenden Strahlen ohne auf ihrem Wege etwas angetroffen zu haben, was sie hätte ablenken könne, zu uns gelangten.

„Bei der definitiven Discussion aller dieser Beobachtungen wird es offenbar nothwendig sein, auf die Wirkungen der jährlichen Parallaxe und der Declination des Saturn Rücksicht zu nehmen. Die Phasen dieses Planeten, so klein sie auch sein mögen, werden ebenfalls in Rechnung gezogen werden müssen, wäre es auch nur, um zu zeigen, daß man in ihrem Einflusse vergeblich die vollständige Erklärung der beobachteten Phänomene suchen würde."

In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 10. October 1842 habe ich einen Auszug aus einer Notiz von de Vico zur Kenntniß gebracht, zu welcher der Astronom an der Sternwarte des Collegio romano durch die vorstehende Mittheilung veranlaßt worden war. Die ersten regelmäßigen Beobachtungen der Astronomen des Collegio romano datiren vom 29. Mai 1828; Hauptzweck war die physische Beschaffenheit des Planeten und seines Ringes, die Anzahl und die Natur ihrer Streifen, die vollkommene Sichtbarkeit und die Umlaufszeit der beiden nächsten Monde, die relative Excentricität des Planeten und des Ringes in der Richtung des Aequators, so wie die Aende-

rungen dieser Excentricität und ihre noch unbekannten Gesetze. Unter den von de Vico angeführten Thatsachen findet sich die folgende:

„Der sechste und siebente Mond, die am 28. August und 17. September 1789 von Herschel entdeckt wurden, sind in Rom zuerst im Jahre 1838 gesehen worden, und zwar auf folgende Weise. Während man den Ring mit einem aus sehr schmalen Blättchen gebildeten Mikrometer bei sehr starker Vergrößerung betrachtete, traf es sich, daß der Planet von diesen Blättchen verdeckt wurde; augenblicklich erschienen die beiden Monde. Seit jener Zeit hat man sie nie aus dem Gesicht verloren, und mittelst angemessener Beobachtungen die Zeit ihres Umlaufs bestimmen können. Es ist noch übrig, eine kleine Correction an dem Werthe dieser Zeit, wie er in der Abhandlung von 1838 gegegeben worden, anzubringen. Wir sind bei dieser Gelegenheit Zeuge eines merkwürdigen Phänomens gewesen: ohne Hülfe der Blättchen hat kein Beobachter mit dem Cauchoix'schen Fernrohre diese beiden Monde zu sehen vermocht; kaum aber waren sie mit dieser Hülfe gesehen, als mehrere Beobachter nach Belieben den sechsten Mond auffinden konnten, sobald sie durch die Rechnung seine Stellung kannten. Eine 150 bis 200fache Vergrößerung ist dazu mehr als hinreichend. Anderen Beobachtern dagegen gelang es niemals diesen Mond zu sehen, ohne die künstliche Bedeckung des Planeten zu Hülfe zu nehmen. Dasselbe gilt von dem siebenten Monde, wenn er sich im Maximum seiner Elongation befindet, falls der Himmel rein genug und die Vergrößerung mindestens 300fach ist. Es ist selten, daß man ihn in anderen Stellungen ohne Hülfe des verdeckenden Mikrometers wahrnimmt."

Im Anschluß an die Notiz de Vico's enthält der Bericht der Sitzung der Akademie die folgenden Bemerkungen:

„Nachdem Arago über die Untersuchungen de Vico's und seiner Mitarbeiter berichtet, und besonders die Vortheile, die sich aus dem von den römischen Astronomen zur Beobachtung der Saturnsmonde mit Instrumenten von mäßiger Kraft angegebenen werthvollen Verfahren ziehen lassen, hervorgehoben hatte, legte er sich die Frage vor, welche physische Ursache zur Erklärung dieses Phänomens des Sichtbarwerdens führen könnte. Er ist der Ansicht, daß die Hornhaut,

sei es infolge ihrer speciellen Färbung, oder infolge der Streifen, welche sie durchziehen, wie ein schwach mattgeschliffenes Glas, nach allen Richtungen eine merkliche Menge des durch sie hindurchgehenden Lichtes zerstreut. Wenn ein glänzendes Gestirn sich im Gesichtsfelde befindet, so kann es also nicht fehlen, daß die Netzhaut in allen ihren Punkten stark erhellt wird; dann aber können die anderen Gestirne nur sichtbar werden, wenn sie dieses diffuse Licht überwiegen.

„Wenn nun bei den Beobachtungen in Rom das im Brennpunkte befindliche undurchsichtige Blättchen den Saturn bedeckte, so wurde die Netzhaut des Astronomen nicht mehr durch jenes zerstreute Licht erhellt; der sechste und der siebente Mond bildeten sich auf den in eine fast vollständige Dunkelheit gebrachten Nervenfasern ab, und erzeugten einen wahrnehmbaren Effect. Sobald dagegen Saturn sichtbar wurde, so ward die ganze Netzhaut, besonders in der Nähe des Planeten erhellt. Die Bilder der beiden schwachen Monde verschwammen dann in diesem allgemeinen Lichte und fügten zu dessen Intensität nicht genug hinzu, um dem empfindlichsten Organe die Entdeckung irgend eines Unterschiedes zwischen den Punkten, wo ihr Bild hinfiel, und den benachbarten zu gestatten."

Wenn nun das Licht in verschiedener Weise auf das Auge einwirkt, können daraus nicht Empfindungen hervorgehen, die im Stande sind, uns Täuschungen für Wirklichkeiten halten zu lassen? Dies ist eine Frage, die untersucht zu werden verdient. Ich habe in dieser Beziehung in einer Sitzung des Längenbureau (1. Juli 1840) infolge einer von Biot erhobenen Discussion einige Erörterungen gegeben; das Protocoll jener Sitzung enthält nachstehende Zeilen:

„Ermüdet das Auge an den Punkten der Netzhaut, wo die Beugungsphänomene schwarze Streifen erzeugen oder geschieht dies nicht? Um diese Frage zu beantworten erinnerte sich Arago an ältere von ihm angestellte Versuche. Wenn das Licht etwas lebhaft ist, so behält das Auge, nachdem es geschlossen, den Eindruck der empfangenen Bilder. Alles reducirt sich also darauf, die Beugungsphänomene mit einem sehr intensiven Lichte zu erzeugen. Die Reflexion der Sonne auf einer Kugel gibt ein einem Sterne ähnliches, aber unendlich helleres Bild. Man betrachte nun dies Bild mit einem Fernrohre, dessen Objectiv durch eine

mit einem Loche versehene Platte verkleinert worden, und man wird ein erweitertes und scharf begrenztes kreisförmiges Bild haben. Schiebt man dann das Ocular in angemessener Weise ein, so wird man im Centrum dieses erweiterten Bildes einen schwarzen Kreis erzeugen: es ist nun leicht zu prüfen, ob das Auge den Eindruck dieses Bildes und des centralen schwarzen Kreises bewahrt. Wenn, wie Arago dies beobachtet hat, der centrale schwarze Kreis fortbesteht, nachdem das Auge einmal geschlossen und nicht gedrückt worden ist, so ist das Auge an diesem Punkte nicht ermüdet. Wir setzen hinzu, daß ein Stern nicht anwendbar ist, weil er sich auf der Netzhaut verschieben würde; das von der Kugel reflectirte Bild der Sonne dagegen verschiebt sich nicht."

Vor der Ausführung der ersten dioptrischen und katoptrischen Fernröhre hatte Jeder Gelegenheit gehabt zu bemerken, wie stark manche Linsen und Spiegel die Gegenstände verzerren. War es also wohl so einleuchtend, daß derartige Deformationen niemals aus der Anwendung von Linsen und Spiegeln in Fernröhren entstehen könnten, daß man sich darüber wundern dürfte, wenn anfangs Männer von Verdienst einiges Widerstreben, sich den neuen Instrumenten anzuvertrauen, gezeigt haben?

Wenn wir von den Gestalten zu den Größen übergehen, werden die Bedenken noch gerechtfertigter. Wird ein Punkt ohne merkliche Dimensionen durch ein optisches Instrument gesehen, so erscheint er nur unter der ausdrücklichen und schwierig zu erfüllenden Bedingung wahrhaft als ein Punkt, wenn alle von ihm ausgegangenen und vom Instrumente aufgenommenen Strahlen sich auf der Netzhaut in einem Punkte von unmeßbar kleinen Dimensionen wieder vereinigen; also nur unter der Bedingung einer fast vollständigen Beseitigung der Mängel an mathematischer Convergenz, die den Optikern unter dem Namen der sphärischen und chromatischen Abweichung bekannt sind.

Dies ist noch nicht Alles. Nichts beweist a priori, daß ein Lichteindruck sich nicht durch Erschütterung von einem Punkte der Netzhaut den benachbarten Punkten mittheilen, mit anderen Worten, daß daraus nicht eine physiologische Erweiterung des Bildes entstehen könne.

Hevel versichert, daß er die Sterne stets ihrer Strahlen berauben, und sie als kleine wohlbegrenzte Scheiben sehen könne; sein Verfahren besteht darin, die Oeffnung durch Diaphragmen aus Pappe zu verkleinern. Er gibt an, auf diese Weise erkannt zu haben, daß Arktur größer sei als Aldebaran, und Aldebaran etwas größer als das Herz des Löwen. Er setzt hinzu, daß Sirius bei weitem nicht drei Mal größer sei als Aldebaran, wie man aus den mit bloßen Augen gemachten Beobachtungen schließen würde. Venus, durch dasselbe Verfahren ihrer leuchtenden Hülle beraubt, erschien ihm nicht mehr größer als Jupiter.

Simon Marius macht in seinem Mundus jovialis ebenfalls folgende wichtige Bemerkung:

„Etwas anderes gleich Merkwürdiges habe ich seit meiner Rückkehr aus Regensburg bemerkt, wo ich mir ein Instrument verschafft habe, mit dem ich eine runde Scheibe nicht nur bei den Planeten, sondern auch bei den hellsten Sternen sehe, besonders bei Procyon, den hellsten Sternen des Orion, dem Löwen, den Sternen des großen Bären, was ich noch niemals wahrgenommen hatte. Es wundert mich, daß Galilei, dessen Fernrohr so gut war, nichts Aehnliches gesehen hat." Vergl. Delambre, Astronomie moderne I. 697.

Ich will hier eine eigenthümliche Anekdote mittheilen, die zu dem Vorstehenden nicht ohne Beziehung ist.

Eine der bekanntesten Persönlichkeiten am Hofe Napoleon's kam eines Tages mit der Familie nach der Sternwarte, um, wie er sagte, die Gestirne zu beobachten. Sein Besuch war nicht angemeldet worden; ich war im Augenblicke seiner Ankunft in einem der Säle der zweiten Etage mit der Messung des Saturndurchmessers mittelst eines Rochon'schen Prismenfernrohrs beschäftigt. Ich bot dem Kriegsminister an, ihn in unsere Cabinete zu führen, wo wir größere Fernröhre finden würden. — Nein, erwiderte er, ich will mich von dem unterrichten, was Sie vornahmen.

Ich hatte eine unbestimmte Ahnung von dem, was kommen würde, war aber gezwungen nachzugeben. Der General näherte sein Auge dem Fernrohre, und sah zwei Bilder, welche das im Innern befindliche Bergkrystallprisma erzeugte.

Ich versuchte seine Bewunderung auf die eigenthümliche Gestalt des Planeten zu lenken. — Was mir am seltsamsten scheint, sagte er zu mir, ist, daß Saturn aus zwei vollständig ähnlichen Körpern besteht, die einander berühren.

Ich bemühte mich, ihm zu erklären, daß es nur einen Planeten und einen Ring gäbe, daß die Verdoppelung nur durch das im Innern des Rohrs angebrachte Prisma hervorgebracht würde. — Ei was! erwiderte er, da Sie das Mittel haben, doppelt erscheinen zu lassen, was einfach ist, so kann Ihr Fernrohr den Schein eines Ringes auch da erzeugen, wo eine solche Bildung nicht existirt.

Ich bot vergeblich an, zu beweisen, daß man mit demselben Fernrohre, wenn man es auf den Jupiter richtete, nur zwei runde Scheiben ohne irgend eine Andeutung eines Ringes sehen würde. Es half Nichts, und der berühmte General verließ die Sternwarte, überzeugt, daß der Ring des Saturn eine bloße Illusion sei, ein durch unsere Fernröhre geschaffenes Phantom.

1810.

30. Mai. Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zwei Messungen 630,75 — 84,75 = 546,00 Skth. = 42,04″. Starke Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 623,75 — 84,75 = 539,00 Skth. = 41,50″. Mittlere Vergrößerung.

31. Mai, 11^h 30^m bis Mitternacht. Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zwei Messungen 631,00 — 84,75 = 646,25 Skth. = 42,06″. Mittlere Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 622,25 — 84,75 = 537,50 Skth. = 41,39″. Auf dem Ringe senkrechter Durchmesser 355,00 — 84,75 = 270,25 Skth. = 20,91″. Starke Vergrößerung. — Saturn ist wegen der Dünste in der Atmosphäre etwas verwaschen.

4. Juni, 11^h 30^m bis 11^h 45^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 619,67 — 84,75 = 534,92 Skth. = 41,19″. Starke Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 620,17 — 84,75 = 535,42 Skth. = 41,23″. Mittlere Vergrößerung.

28. Juni, 10^h bis 10^h 30^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 607,86 — 84,75 = 523,11 Skth. = 40,28″. Mittlere Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser

nach einem Mittel aus fünf Messungen 605,60 — 84,75 = 520,85 Skth. = 40,10″. Starke Vergrößerung. — Auf dem großen Durchmesser des Ringes senkrechter Durchmesser, nach einem Mittel aus sieben Messungen 320,57 — 84,75 = 235,82 Skth. = 18,16″. — Saturn ist gut zu sehen, aber der Himmel muß etwas dunstig sein, denn die Sterne glänzen nicht; die Luft ist ruhig.

6. Juli, $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 30^m$. Auf dem großen Durchmesser des Ringes senkrechter Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 315,70 — 84,75 = 230,95 Skth. = 17,68″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus acht Messungen 603,63 — 84,75 = 518,88 Skth. = 39,95″. Starke Vergrößerung. Die beiden Ränder des Ringes greifen durch die Wirkung der sehr merklichen Undulationen abwechselnd in einander über und gehen wieder aus einander. Die Luft ist ruhig und der Himmel ziemlich rein.

21. Juli, $11^h\ 30^m$ bis Mitternacht. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 592,67 — 84,75 = = 507,92 Skth. = 39,11″. Starke Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 599,88 — 84,75 = 515,13 Skth. = 39,66″. Schwache Vergrößerung. — Saturn ist etwas verwaschen.

23. Juli, 11^h bis $11^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 596,00 — 84,75 = 511,25 Skth. = 39,37″. Mittlere Vergrößerung. — Derselbe Durchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 592,86 — 84,75 = 508,11 Skth. = 39,12″. Starke Vergrößerung. — Der Himmel ist rein und die Luft ruhig, aber Saturn steht tief und ist deshalb etwas verwaschen.

24. Juli, $9^h\ 45^m$ bis $10^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zwölf Messungen 592,50 — 84,75 = 507,75 Skth. = 39,10″. Starke Vergrößerung. — Kleiner Durchmesser des Ringes, neun Messungen: 311,5; 314,3; 315,5 (B.); 309,3; 312,0 (C.); 312,7; 308,0; 314,5; 310,5, deren Mittel 312,03 — 84,75 = 227,28 Skth. = 17,50″ gibt. Um mich davon zu überzeugen, daß verschiedene Personen die Coincidenz der beiden Bilder in derselben Weise beurtheilen, habe ich die Herren Bouvard und Cauchoix gebeten, eine Beobachtung zu machen; die dritte ist von Bouvard, die fünfte von Cauchoix; alle anderen sind von mir gemacht worden. — Die Luft ist ruhig, der Himmel rein und Saturn ziemlich gut begrenzt.

30. Juli, 9^h bis $9^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 589,08 — 84,75 = 504,33 Skth. = 38,83″. Saturn war während der ersten Beobachtungen etwas ver-

waschen; später war er gut begrenzt; es hatte am Abend geregnet. Starke Vergrößerung. — 10^h bis $10^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 310,94 — 84,75 = 226,19 Skth. = 17,42″.

2. August, $8^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 587,00 — 84,75 = 502,25 Skth. = 38,75″. Mittlere Vergrößerung. Die Dünste wurden nach diesen Beobachtungen so dick, daß es unmöglich war, die Messungen fortzusetzen.

8. August, 9^h bis $9^h\ 15^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 531,83 — 84,75 = 497,08 Skth. = 38,27″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 305,00 — 84,75 = 220,25 Skth. = 16,96″. Starke Vergrößerung. Saturn ist etwas verwaschen; der Himmel ist mit Dünsten beladen und die Wolken fangen an die Beobachtungen zu hindern.

28. August, $8^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 564,50 — 84,75 = 479,75 Skth. = 36,94″. Starke Vergrößerung. Die zwei Ränder des Saturn greifen infolge der Undulationen bald in einander über, bald gehen sie aus einander. Der Planet ist übrigens ziemlich gut begrenzt.

29. August, $8^h\ 45^m$ bis $9^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 299,20 — 84,75 = 214,45 Skth. = 16,51″. Starke Vergrößerung. Der Himmel ist etwas dunstig, aber Saturn ist leidlich gut begrenzt. — Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 566,00 — 84,75 = 481,25 Skth. = 37,06″. Die Beobachtungen werden gegen das Ende hin schwierig, weil Saturn nahe am Horizonte steht und verwaschen erscheint.

20. September, 7^h bis $7^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 546,50 — 84,75 = 461,75 Skth. = 35,35″. Starke Vergrößerung. Der Himmel ist dunstig. Saturn steht tief und ist schwach.

28. September, $7^h\ 15^m$ bis $7^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 539,33 — 84,75 = 654,58 Skth. = 35,00″. Starke Vergrößerung. Die Luft ist ruhig, der Himmel rein; aber der Horizont nebelig und Saturn schlecht begrenzt, da er sehr tief steht.

1811.

12. Juni, $11^h\ 15^m$ bis $11^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 618,40 — 84,75 = 533,65 Skth. = 41,09″. Saturn ist verwaschen.

25. Juni, von $10^h\ 45^m$ an. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 613,30 — 84,75 = 528,55 Skth. = 40,70″. — Bei 491 dringt der Rand des Ringes des ersten Bildes in den leeren Raum des anderen ein; bei einer zweiten Prüfung scheint mir das Eindringen bei 503 stattzufinden. Ich glaube ferner, daß bei 540 die Ringe den leeren Raum nicht überschreiten. (Der große innere Durchmesser des Ringes würde 497,00 — 84,75 = 412,25 Skth. = 31,74″ sein). — Kleiner Durchmesser des Ringes als Mittel aus vier Messungen 327,50 — 84,75 = 242,75 Skth. = 18,69″. Saturn ist etwas undulirend.

18. Juni, $9^h\ 30^m$ bis $10^h\ 15^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus acht Messungen 611,31 — 84,75 = 526,56 Skth. = 40,54″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 326,75 — 84,75 = 242,00 Skth. = 18,63″. Im Anfange der Beobachtungen ist Saturn etwas verwaschen, gegen Ende ziemlich gut begrenzt.

29. Juli. Als ich den Saturn durch das große Fernrohr von Caroché mit einer 400fachen Vergrößerung betrachtete, nahm ich sehr deutlich einen merklichen Intensitätsunterschied zwischen dem Lichte der Scheibe des Planeten und dem des Ringes wahr; das Licht des letzteren ist gleichzeitig lebhafter und weißer. Die zerstreuende Kraft der Atmosphäre verursachte sehr sichtbare gefärbte Streifen an den beiden entgegengesetzten Rändern des Ringes. Der scheinbare obere Rand des Ringes war roth, der scheinbare untere schwach bläulich. Einige Tage darauf habe ich mit Bouvard, Mathieu und Caroché diese Beobachtungen wiederholt und diese Herren haben, ebenso wie ich, die Intensitätsdifferenz und die Spuren der zerstreuenden Kraft wahrgenommen.

10. September, $7^h\ 15^m$ bis $7^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 560,36 — 84,75 = 475,61 Skth. = 36,62″. Bei 470 scheint mir der äußere Rand des Ringes des einen Bildes den inneren Rand des Ringes des anderen zu überschreiten; das Ueberschreiten ist merklicher bei 450.

11. September, $7^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 563,87 — 84,75 = 479,12 Skth. = 36,89″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 305,88 — 84,75 = 221,13 Skth. = 17,03″. Saturn ist ein wenig verwaschen.

14. September, $7^h\ 15^m$ bis 8^h. Drei Messungen 560, 556, 560 geben als Mittel für den großen Durchmesser des Ringes 558,87 — 84,85 = 474,12 Skth. = 36,51″. Die Ränder des Saturn sind ziemlich undulirend. Man legte einigen Werth darauf, diese Beobach-

tungen anzustellen, weil der Glanz des Planeten durch die dicken Dünste, die ihn bedeckten, beträchtlich vermindert war. Da die Mittel, die man zur künstlichen Abschwächung des Lichtes der Planeten anwendet, in mehreren Beziehungen weniger vortheilhaft zu sein scheinen, als die von den Zuständen der Atmosphäre dargebotenen, so benutzte ich heute den Zustand des Himmels, um zu untersuchen, ob eine Veränderung in der Intensität des Lichtes nicht irgend eine Aenderung in dem Werthe des scheinbaren Durchmessers herbeiführen würde. — Man unterbrach die Reihe nach der dritten Messung, da Saturn fast nicht mehr zu sehen war. — Nachdem sich der Himmel etwas aufgeklärt hatte, drehte ich den Theil des Rohres, in welchem das Prisma sitzt, um 180 Grade, um zu sehen, ob diese Drehung, da sie vielleicht eine kleine Verrückung der optischen Axe in Bezug auf das Prisma veranlassen könnte, nicht irgend eine Aenderung in der Farbe veranlassen würde. Drei Messungen haben ergeben 562, 556, 555, woraus man als Mittel für denselben Durchmesser wie oben 557,67 — 84,75 = 472,92 Skth. = 36,41″ zieht. — Nachdem das Rohr in seine erste Lage zurückgebracht war, fand man 557 und 558, woraus man als Mittel 557,50 — 84,75 = 472,75 Skth. = 36,40″ erhält. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zwei Messungen 302,00 — 84,75 = 217,25 Skth. = 16,73″. Saturn ist verwaschen und schlecht begrenzt, aber viel glänzender als während der ersten Beobachtungsreihe, weil sich der Himmel aufgeklärt hat.

17. September, $7^h 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 560,88 — 84,75 = 476,13 Skth. = 36,66″. Man gibt dem Theile des Rohres, in welchem das Bergkrystallprisma sitzt, eine halbe Umdrehung und findet als Mittel aus drei Messungen 558,50 — 84,75 = 473,75 Skth. = 36,48″. Saturn ist gut zu sehen, aber das Licht der Dämmerung, das noch merklich ist, schwächt ihn etwas. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 302,00 — 84,75 = 217,25 Skth. = 16,73″. Saturn ist glänzend und ruhig, aber ein klein wenig verwaschen. — Bei 468 ist der Rand des einen Ringes schon in den leeren Raum des anderen eingedrungen; bei 423 scheinen mir die Ränder der Ringe schon die Scheiben der beiden Planetenbilder zu berühren. Bei 420 fängt der leere Raum an sich zu bilden, was beweist, daß die Berührung der inneren Ränder der Ringe überschritten ist. Bei 390 ist der leere Zwischenraum gut sichtbar und die Ränder der Ringe greifen in die Ränder der Planeten ein. Bei 403 sieht man den leeren Raum, bei 433 sieht man ihn nicht. Es entspricht also die Berührung der inneren Ränder der Ringe einer zwischen 403 und 433 eingeschlossenen Zahl. Wenn man das Mittel nimmt, so findet man als großen inneren Durch-

messer des Ringes 416,50 — 84,75 = 331,75 Skth. = 25,54″. Es würde hiernach die doppelte Dicke des Ringes 11,03″ sein.

2. October, 7^h 30^m. Großer äußerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 545,67 — 84,75 = 460,92 Skth. = 35,49″. Großer innerer Durchmesser nach einem Mittel aus zwanzig Messungen 410,57 — 84,75 = 325,82 Skth. = 25,09″. Doppelte Dicke des Ringes 10,40″. Saturn ist ruhig uud ziemlich gut begrenzt; die Luft ist ruhig.

6. October, 6^h 30^m. Großer Durchmesser des Ringes als Mittel aus drei Messungen 542,67 — 84,75 = 457,92 Skth. = 35,26.″

16. October, 7^h 15^m bis 7^h 30^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 532,25 — 84,75 = 447,50 Skth. = 34,46″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 288,00 — 84,75 = 203,25 Skth. = 15,65″. Saturn undulirt, ist aber ziemlich gut begrenzt.

17. October, 6^h 30^m bis 7^h 15^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 532,33 — 84,75 = 447,58 Skth. = 34,46″. Großer innerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 407,50 — 84,75 = 322,75 Skth. = 26,85″. Doppelte Dicke des Ringes 9,61″. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 289,25 — 84,75 = 204,50 Skth. = 15,75″. Der scheinbare untere (in Wirklichkeit obere) Rand des kleinen Durchmessers ist sehr verwaschen.

19. October, 6^h 30^m bis 7^h 15^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 288,50 — 84,75 = 203,75 Skth. = 15,69″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 527,75 — 84,75 = 443,00 Skth. = 34,11″. Saturn ist nicht schlecht begrenzt.

1812.

13. Juli, 9^h. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 311,41 — 84,75 = 226,66 Skth. = 17,45″. Saturn ist ziemlich gut begrenzt. Starke Vergrößerung.

14. Juli, 10^h. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 310,88 — 84,75 = 226,13 Skth. = 17,41″. Starke Vergrößerung.

17. Juli, 9^h 15^m bis 9^h 30^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus acht Messungen, als das Prisma unten war, 307,94 — 84,75 = 223,19 Skth. = 17,18″; nach einem Mittel aus fünf Messungen, als das Prisma oben lag, 308,10 — 84,75

= 223,25 Sktḫ. = 17,30″. Starke Vergrößerung. Saturn undulirt sehr.

18. Juli, 9^h 15^m bis 9^h 30^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen, als das Prisma unten war, 308,70 — 84,75 = 223,95 Sktḫ. = 17,24″; nach einem Mittel aus sechs Messungen, als das Prisma oben war, 307,83 — 84,75 = 223,08 Sktḫ. = 17,17″. Starke Vergrößerung. Saturn undulirt. — 10^h bis 10^h 10^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen, als das Prisma auf der rechten Seite des Rohres war, 606,70 — 84,75 = 521,75 Sktḫ. = 40,17″; nach einem Mittel aus sechs Messungen, als sich das Prisma auf der linken Seite des Rohres befand, 604,70 — 84,75 = 519,95 Sktḫ. = 40,04″. Starke Vergrößerung. Saturn ist verwaschen.

31. August, 9^h. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 577,45 — 84,75 = 492,70 Sktḫ. = 37,94″. Starke Vergrößerung. Saturn ist unvollkommen begrenzt.

7. September, 8^h 15^m bis 8^h 45^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 568,00 — 84,75 = 423,25 Sktḫ. = 37,21″. — Großer innerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 424,00 — 84,75 = 339,25 Sktḫ. = 26,12″. — Doppelte Dicke des Ringes 11,09″. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus acht Messungen 302,69 — 84,75 = 217,94 Sktḫ. = 16,78″. Starke Vergrößerung. Saturn ist ziemlich gut zu sehen.

8. September, 7^h 30^m bis 8^h 15^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 299,79 — 84,75 = 215,04 Sktḫ. = 16,56″. — Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vierzehn Messungen 571,75 — 84,75 = 486,00 Sktḫ. = 37,20″. — Großer innerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus funfzehn Messungen 429,84 — 84,75 = 345,09 Sktḫ. = 26,57″. Doppelte Dicke des Ringes 10,63″. Starke Vergrößerung. Saturn ist leidlich gut zu sehen.

14. September, 6^h 45^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus elf Messungen 571,46 — 84,75 = 486,71 Sktḫ. = 37,48″. Starke Vergrößerung. Saturn ist nicht vollkommen begrenzt.

16. September, 7^h 15^m bis 8^h. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus dreizehn Messungen 568,31 — 84,75 = 483,56 Sktḫ. = 37,23″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus acht Messungen 301,50 — 84,75 = 216,75 Sktḫ. = 16,69″. Starke Vergrößerung. Der Ring ist klar zu sehen.

19. September, 7^h 25^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 295,50 — 84,75 = 210,75 Skth. = 16,23″. Starke Vergrößerung. Es ist etwas nebelig, und Saturn zuweilen sehr verwaschen.

4. October, 7^h 15^m bis 7^h 30^m. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus zehn Messungen 553,80 — 84,75 = 469,05 Skth. = 36,12″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 288,50 — 84,75 = 203,75 Skth. = 15,69″. Starke Vergrößerung. Saturn ist nicht schlecht begrenzt. — Alle von mir mit dem Prismenfernrohre angestellten Beobachtungsreihen bestehen aus drei Columnen, von denen die mittlere der Berührung der beiden Scheiben entspricht und das Mittel liefert, während die beiden anderen die Punkte anzeigen, wo die Scheiben getrennt sind und wo sie in einander greifen. Bei den Beobachtungen des großen Ringdurchmessers erkennt man sehr deutlich, wann die beiden Ränder getrennt sind, und wann sie sich berühren; auch kann man sich bei einiger Aufmerksamkeit davon überzeugen, daß man diesen letzteren Punkt überschritten hat, obwohl es hierzu nöthig ist, das Prisma um 1,50″ oder 2″ weiter zu schieben; denn der beiden Bildern gemeinschaftliche Theil zeigt Anfangs nicht die doppelte Intensität des übrigen Theiles des Ringumfanges; dies rührt wahrscheinlich daher, daß der äußere Theil des Ringes merklich schwächer ist, als der innere. Wenn man nach dem kleinen Durchmesser des Ringes visirt, nimmt man einen schmalen Lichtstreifen, der zweimal heller ist als der übrige Theil der Scheibe, augenblicklich wahr, sobald man die Berührung überschritten hat und die beiden Ringe sich über einander zu schieben beginnen.

1813.

7. Juli, 11^h 30^m bis 11^h 45^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 305,70 — 84,75 = 220,95 Skth. = 17,01″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 615,20 — 84,75 = 530,45 Skth. = 40,84″. Saturn ist sehr wenig verwaschen, aber ruhig.

15. Juli, 10^h 30^m bis 11^h 15^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 300,83 — 84,75 = 216,08 Skth. = 16,64″. Großer Durchmesser des Ringes 610,83 — 84,75 = 526,08 Skth. = 40,51″. Man bringt die inneren Ränder der beiden Ringe mit einander in Berührung, um ihre Breite zu bestimmen und findet nach einem Mittel aus sechs Messungen 455,67 — 84,75 = 370,92 Skth. = 28,56″. Die doppelte Breite beträgt daher 11,95″. Der Himmel ist dunstig. Saturn ist ein wenig undulirend und verwaschen.

21. Juli, $11^h\ 45^m$ bis Mitternacht. Bei 428 greift der Rand des Ringes in den Rand der Planetenscheibe über. Bei 429 berühren sich die Ringe innen. Bei 434 ist der Rand des Ringes der Berührung mit dem Planetenrande sehr nahe, aber er greift noch etwas in ihn ein. Bei 441 scheint mir der Rand des Ringes den Rand des Planeten zu berühren. Bei 493 scheinen sich die Ringe mit ihren Enden genau zu decken. — Der Zwischenraum zwischen dem Planeten und dem Ringe würde 493 — 441 = 52 Skth. = 4,00″ sein. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 609,00 — 84,75 = 524,35 Skth. = 40,37″. Da der innere Durchmesser des Ringes 429 — 84,75 = 344,25 Skth. = 26,51″ ist, so würde die doppelte Breite des Ringes 13,86″ betragen. — Der Ring des Saturn ragt unten und oben noch über den Planeten hervor, wie ich mich durch eine Beobachtung mittelst des Lerebours'schen Fernrohrs bei 200facher Vergrößerung überzeugt habe. Bei dieser Vergrößerung erkennt man leicht, daß das Licht des Ringes merklich weißer und lebhafter als das der Planetenscheibe ist. — Während aller dieser Beobachtungen ist Saturn ziemlich ruhig.

28. Juli, $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes 302,57 — 84,75 = 217,82 Skth. = 16,77″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 612,64 — 84,75 = 527,89 Skth. = 40,65″. Saturn ist ruhig, aber die Beobachtungen sind schwierig, weil die Ränder des Ringes schwach und etwas verwaschen sind.

31. Juli, $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 15^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus neun Messungen 613,51 — 84,75 = 528,76 Skth. = 40,71″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 300,86 — 84,75 = 216,11 Skth. = 16,64″. Saturn war sehr gut zu sehen; zuweilen bemerkte ich den doppelten Ring.

1. August, $9^h\ 45^m$ bis 10^h. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 610,17 — 84,75 = 525,42 Skth. = 40,46″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen, 299,00 — 84,75 = 214,25 Skth. = 16,50″. Der Himmel ist sehr dunstig und Saturn anfangs etwas schwach, aber gegen Ende der Messungen wird der Ring vollkommen gut sichtbar.

2. August, 11^h bis $11^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 298,67 — 84,75 = 213,92 Skth. = 16,47″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 613,86 — 84,75 = 529,11 Skth. = 40,74″. Saturn undulirt etwas und die Beobachtungen sind schwierig.

4. August, $10^h\ 15^m$ bis $10^h\ 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 611,94 — 84,75 = 527,19 Skth. = 40,59″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 299,83 — 84,75 = 215,08 Skth. = 16,56″. Saturn ist gut zu sehen, obgleich der Ring gegen Ende der Messungen etwas undulirt.

7. August, $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 10^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 612,08 — 84,75 = 527,33 Skth. = 40,60″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel auf fünf Messungen 299,10 — 84,75 = 214,35 Skth. = 16,50″. Saturn ist gut zu sehen.

30. August, $8^h\ 15^m$ bis $8^h\ 30^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 294,30 — 84,75 = 209,55 Skth. = 16,14″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 590,94 — 84,75 = 506,19 Skth. = 38,98″. Saturn ist etwas verwaschen.

31. August, $7^h\ 30^m$ bis 8^h. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sieben Messungen 596,07 — 84,75 = 511,32 Skth. = 39,37″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 292,00 — 84,75 = 207,25 Skth. = 15,96″. Saturn ist ruhig. Es war beim Beginn dieser Beobachtungen noch nicht ganz Nacht.

13. September, $7^h\ 30^m$ bis 8^h. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 586,75 — 84,75 = 502,00 Skth. = 38,65″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 294,12 — 84,75 = 209,37 Skth. = 16,12″. Saturn ist verwaschen. Die Beobachtungen sind sehr schwierig.

16. September, $8^h\ 15^m$ bis $8^h\ 45^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 587,42 — 84,75 = 502,67 Skth. = 38,68″. — Aequatorealdurchmesser des Planeten 293,33 — 84,75 = 208,58 Skth. = 16,06″. Ich hatte bisher den Durchmesser des Planeten noch nicht gemessen; ich war davon abgekommen durch die Meinung, daß die Verwirrung, welche durch das Aufeinanderfallen der zwei Ringe in den Bildern entsteht, der Genauigkeit des Einstellens schaden könnte. Die Beobachtungen, die ich so eben gemacht habe, beweisen, daß diese Furcht unbegründet war. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 289,80 — 84,75 = 205,05 Skth. = 15,79″. — Saturn ist gut zu sehen. Die Umstände sind während dieser Beobachtungen sehr günstig.

19. September, 9^h. Aequatorealdurchmesser des Saturn nach einem Mittel aus sieben Messungen 290,29 — 84,75 = 205,54 Skth. = 15,83″. Der Planet ist etwas verwaschen.

20. September, 7^h bis 7^h 45^m. Aequatorealdurchmesser des Saturn nach einem Mittel aus sechs Messungen 290,92 — 84,75 = 206,17 Skth. = 15,87″. — Man bringt den äußeren Rand des Ringes mit dem Rande des Planeten zur Berührung und findet nach einem Mittel aus fünf Messungen 421,90 — 84,75 = 336,15 Skth. = 25,88″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 578,00 — 84,75 = 493,25 Skth. = 37,98″. Durch zwei Beobachtungsreihen findet man für den Raum zwischen dem Planeten und dem äußeren Rande des Ringes 12,10″; das Prisma war rechts. — Aus der ersten und aus der zweiten Reihe erhält man 10,05″ für den Abstand des Randes des Planeten von dem äußeren Rande des Ringes. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 287,80 — 84,75 = 203,05 Skth. = 15,63″. Saturn ist etwas verwaschen und die Beobachtungen sind schwierig.

27. September, 8^h 15^m. Aequatorealdurchmesser des Saturn nach einem Mittel aus fünf Messungen 287,90 — 84,75 = 203,15 Skth. = 15,64″. Der Planet undulirt stark, und die Beobachtungen sind sehr schwierig.

29. September, 7^h bis 8^h. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus sieben Messungen 287,57 — 84,75 = 202,82 Skth. = 15,62″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 286,00 — 84,75 = 201,25 Skth. = 15,50″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 571,90 — 84,75 = 487,15 Skth. = 37,51″. Sieben Messungen zeigen außerdem, daß bei 428 die Ringe der beiden Bilder sich von innen berühren, und daß ferner der Ring des einen Bildes fast den Planeten des anderen Bildes berührt. Es folgt daraus für den inneren Durchmesser des Ringes 428,00 — 84,75 = 343,25 Skth. = 26,43″. Folglich ist die doppelte Breite des Ringes 37,51″ — 26,43″ = 12,08″ und der ganze leere Raum 26,43″ — 15,62″ = 10,81″; es sind dies Zahlen, die einander wirklich sehr nahe kommen. Bei diesen Beobachtungen ist Saturn etwas verwaschen.

5. October, 6^h 50^m bis 7^h 30^m. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 283,80 — 84,75 = 199,05 Skth. = 15,33″. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus sechs Messungen 288,83 — 84,75 = 204,08 Skth. = 16,71″. Bei 400 greift der Ring in den Planeten ein und ein leerer Raum bildet sich zwischen den beiden Bildern des Ringes. Bei 408 greift der Ring noch und zwar gleichviel in jede Scheibe ein, was beweist, daß der Planet gerade in der Mitte des äußeren Ringumfanges sich befindet. Bei 422 greift der Ring noch ein, aber man ist der Berührung

nahe und nimmt den leeren Raum nicht mehr wahr. Bei 432 ist der Punkt der Berührung vielleicht überschritten. Als Mittel hat man für den großen inneren Durchmesser des Ringes 427,00 — 84,75 = 342,25 Skth. = 26,65″. Im Anfange der Beobachtungen ist Saturn gut zu sehen, aber der Himmel wird dunstig und die Wolken bedecken oft den Planeten.

11. October, $6^h 30^m$ bis $7^h 15^m$. Aequatorealdurchmesser des Saturn nach einem Mittel aus sieben Messungen 281,14 — 84,75 = 196,39 Skth. = 15,12″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 562,00 — 84,75 = 477,25 Skth. = 36,75″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 281,20 — 84,75 = 196,45 Skth. = 15,13″. Saturn ist etwas verwaschen.

19. October, 6^h bis $7^h 15^m$. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus acht Messungen 284,56 — 84,75 = 199,81 Skth. = 15,39″. — Aus neunzehn Messungen geht hervor, daß der Rand des Ringes den Rand des Planeten bei 425,00 — 84,75 = 340,25 Skth. = 26,20″ berührt, wenn das Prisma rechts ist, was 26,20″ — 15,39″ = 10,81″ als Abstand des Planeten von dem einen Rande des Ringes ergibt. — Aus zehn Messungen folgt, daß die beiden Ringe sich bei 398 von innen berühren, was 398,00 — 84,75 = 313,25 Skth. = 24,12″ für den großen inneren Durchmesser des Ringes ergibt. — Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 555,87 — 84,75 = 471,12 Skth. = 36,28″. Die Entfernung des Randes des Planeten von dem äußeren Rande des Ringes ist daher 36,28″ — 26,20″ = 10,08″; die doppelte Breite des Ringes beträgt 36,28″ — 24,12″ = 12,16″. — Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 278,70 — 84,75 = 193,95 Skth. = 14,93″. — Nach Ausführung dieser Messungen habe ich den Saturn aufmerksam mit dem Lerebours'schen Fernrohre bei 191 und 400facher Vergrößerung betrachtet. Der Ring geht oben und unten über den Planeten hinaus; an dem scheinbaren oberen Rande projicirt sich der Ring auf den Planeten, an dem unteren Rande dagegen der Planet auf den Ring. Das Licht des Ringes ist lebhafter als das des Planeten. — Der Himmel ist klar, aber Saturn undulirt etwas.

24. October, $6^h 45^m$. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 276,90 — 84,75 = 192,15 Skth. = 14,80″. Saturn steht tief und undulirt stark, was die Beobachtungen unsicher macht.

1. November, 6^h bis $6^h 30^m$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 544,10 — 84,75 = 459,35

Skth. = 35,37″. — Nach zehn Messungen berühren sich die inneren Ränder der Ringe der zwei Bilder, wenn der Index auf 390 steht, was 390,00 — 84,75 = 305,25 Skth. = 23,50″ als inneren Durchmesser des Ringes ergibt, und 32,37″ — 23,50″ = 11,87″ für die doppelte Breite desselben. — Aequatorealdurchmesser des Planeten als Mittel aus sechs Messungen 279,83 — 84,75 = 194,08 Skth. = 14,94″. — Hieraus folgt 23,50″ — 14,94″ = 8,56″ für den doppelten leeren Raum zwischen dem Planeten und dem Ringe, und 35,37″ — 14,94″ = 20,43″ für die doppelte Entfernung des Planeten von den äußeren Rändern des Ringes. — Während dieser Messungen ist der Himmel dunstig und Saturn ziemlich schwach.

4. November. Nach sechs Messungen berühren sich die inneren Ränder der Ringe der beiden Bilder bei 398, und bei 424 berührt der äußere Rand des Ringes des einen Bildes die Scheibe des anderen. Es folgt hieraus 398,00 — 84,75 = 313,25 Skth. = 24,12″ für den inneren Durchmesser des Ringes, und 424,00 — 84,75 = 339,25 Skth. = 26,12″ für die Entfernung eines äußeren Randes des Ringes von dem entferntesten Rande des Planeten.

5. November, 6^h bis 6^h 30^m. Nach zweiundzwanzig Messungen berühren sich die inneren Ränder der Ringe in beiden Bildern bei 384; die Planeten werden von den Ringen berührt bei 416. Es folgt hieraus 384,00 — 84,75 = 299,25 Skth. = 23,03″ für den inneren Durchmesser des Ringes, und 416,00 — 84,75 = 331,25 Skth. = 25,51″ für die Entfernung des äußersten Randes des Ringes vom entferntesten Rande des Planeten. — Aequatorealdurchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 275,10 — 84,75 = 190,35 Skth. = 14,65″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 542,92 — 84,75 = 458,17 Skth. = 35,28″. — Man hat daher 35,28″ — 23,03″ = 12,25″ für die doppelte Breite des Ringes; 23,03″ — 14,65″ = 8,38″ für den doppelten Abstand des Planeten von dem inneren Rande des Ringes; 35,28″ — 14,65″ = 20,63″ für den doppelten Abstand des Planeten von dem äußersten Rande des Ringes; 35,28″ — 25,51″ = 9,77″ für die Entfernung des einen Randes des Planeten von dem nächsten äußeren Rande des Ringes. — Während dieser Messungen war Saturn etwas schwach.

27. November, 5^h 30^m. Größter Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen (das Prisma war rechts und etwas nach oben) 531,37 — 84,75 = 446,62 Skth. = 34,39″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen (das Prisma war oben und etwas rechts) 266,00 — 84,75 = 181,25 Skth. = 13,96″. — Während dieser Messungen ist Saturn schwach.

1814.

2. Juli, Mitternacht bis $12^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 290,50 — 84,75 = 205,75 Skth. = 15,84″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 627,30 — 84,75 = 542,55 Skth. = 41,78″. Saturn ist schlecht begrenzt; die Beobachtungen sind sehr schwierig und unsicher.

11. Juli, $11^h\ 45^m$ bis $12^h\ 15^m$. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 201,62 — 84,75 = 206,87 Skth. = 15,93″. Da der Planet nur äußerst wenig über den Ring hervorragt, so kann dieser Werth als die kleine Axe des Ringes oder auch als Polardurchmesser des Saturn betrachtet werden. — Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus sechs Messungen 307,92 — 84,75 = 222,12 Skth. = 17,11″. Abplattung $^1/_{14}$. — Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 626,00 — 84,75 = 541,25 Skth. = 41,68″. Saturn ist etwas verwaschen.

12. Juli, $11^h\ 15^m$ bis $11^h\ 30^m$. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus fünf Messungen 288,70 — 84,75 = 203,95 Skth. = 15,70″; dieser Durchmesser ist ein klein wenig größer als der des Ringes. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 305,87 — 84,75 = 221,12 Skth. = 17,03″. Abplattung $^1/_{13}$. Saturn ist verwaschen und schwach.

14. Juli. Mit dem Prisma von 33′ 4″ vor dem Oculare des Lerebours'schen Fernrohrs und bei Anwendung der Vergrößerung 191, was 10,35″ entspricht, greifen die beiden Ränder des kleinen Ringdurchmessers ebenso, wie die Ränder des Aequatorealdurchmessers des Planeten sehr merklich in einander. Bei Anwendung der Vergrößerung 100, was 19,84″ entspricht, sind die Ränder des Planeten ebenso wie die des Ringes merklich getrennt.

23. Juli, $11^h\ 25^m$ bis Mitternacht. Aequatorealdurchmesser des Saturn nach einem Mittel aus fünf Messungen 307,89 — 84,75 = 223,05 Skth. = 17,17″. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 287,50 — 84,75 = 202,75 Skth. = 15,61″. Abplattung $^1/_{11}$. — Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 625,00 — 84,75 = 540,25 Skth. = 41,60″.

25. Juli, $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 30^m$. Man bringt den Rand des Ringes mit dem Rande des Planeten in Berührung und findet nach einem Mittel aus vier Messungen 461,25 — 84,75 = 376,50 Skth. = 28,99″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 624,80 — 84,75 = 540,05 Skth. = 41,58″. Aequa-

torealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 308,25 — 84,75 = 223,50 Skth. = 17,21″. Kleiner Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 289,75 — 84,75 = 205,00 Skth. = 15,78″. Saturn ist anfangs etwas undulirend und verwaschen, zuletzt aber ziemlich gut begrenzt.

7. August. Anwendung des Ocularmikrometers. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus zwei Messungen, 28 Skth. = 15,30″. Großer Durchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen, 41 Skth. = 16,84″. Abplattung $^1/_{11}$.

9. August, 9^h 15^m bis 9^h 45^m. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 307,37 — 84,75 = 222,62 Skth. = 17,14″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 289,33 — 84,75 = 204,58 Skth. = 15,75″. Abplattung $^1/_{13}$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 615,62 — 84,75 = 531,87 Skth. = 40,95″. — Um 11^h, Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen, 31 Skth. = 15,63″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen, 43 Skth. =17,11″. Abplattung $^1/_{12}$.

12. August, 10^h. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen, 31 Skth. = 15,63″.

30. August, 8^h 45^m bis 9^h 15^m. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 311,75 — 84,75 = 227,00 Skth. = 17,48″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 611,20 — 84,75 = 526,35 Skth. = 40,53″. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus fünf Messungen 289,75 — 84,75 = 205,00 Skth. = 15,78″. Abplattung $^1/_{10}$. — 11^h. Anwendung des Ocularmikrometers. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen, 28 Skth. = 15,30″. — Man nimmt kaum das kleine Segment des Planeten wahr, welches über den Ring hervorragt.

1. September, 10^h 15^m bis 10^h 45^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen 43 Skth. = 17,11″. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen, 32 Skth. = 15,74″. Abplattung $^1/_{12}$.

2. September, 7^h 30^m bis 8^h 45^m. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 307,12 — 84,75 = 222,37 Skth. = 17,12″. Großer innerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus vier Messungen 424,87 — 84,75 = 344,12 Skth. = 26,50″. Entfernung des äußeren Randes des Ringes vom entgegengesetzten Rande des Planeten nach einem Mittel aus zwei Mes-

sungen 451,00 — 84,75 = 366,25 Sktḥ. = 28,20″. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus fünf Messungen 607,40 — 84,75 = 522,65 Skth. = 40,24″. Kleiner Durchmesser des Planeten 288,12 — 84,75 = 203,37 Skth. = 15,66″. Abplattung $^1/_{12}$. Doppelte Breite des Ringes 40,24″ — 26,12″ = 14,12″. Abstand des Planeten von dem Ende des Ringes 28,20″ — 17,12″ = 11,08″. — Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen, 30 Skth. = 15,52″.

3. October, 6^h 45^m bis 7^h. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus sieben Messungen 297,21 — 84,75 = 212,46 Skth. = 16,36″. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 284,60 — 84,75 = 199,85 Skth. = 15,39″. Abplattung $^1/_{16}$. Saturn ist etwas verwaschen. — 8^h bis 8^h 30^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 35 Skth. = 16,10″. Kleiner Durchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 26,6 Skth. = 15,15″. Abplattung $^1/_{16}$. Man bemerkt kaum, daß der Planet über den Ring hervorragt. Ich wage selbst nicht zu behaupten, daß dies an dem scheinbaren unteren Rande in der That stattfindet. Nach einiger Zeit schien mir das Phänomen merklicher zu sein.

7. October, 7^h. Anwendung des Ocularmikrometers. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus fünf Messungen 21,5 Skth. = 14,63″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 34,9 Skth. = 16,08″. Abplattung $^1/_{11}$. Saturn ist zeitweilig verwaschen. — Der Planet überragt vielleicht den Ring an dem scheinbaren oberen Rande ein wenig; unten aber scheint mir die Krümmung des Ringes nicht unterbrochen zu sein.

23. October, 6^h bis 7^h. Kleiner Durchmesser des Ringes oder vielmehr des Saturn nach einem Mittel aus vier Messungen 278,25 — 84,75 = 193,50 Skth. = 14,90″. Aequatorealdurchmesser des Planeten 290,65 — 84,75 = 205,90 Skth. = 15,95″. Abplattung $^1/_{15}$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus sechs Messungen 570,50 — 84,75 = 485,55 Skth. = 37,39″. Großer innerer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 390,67 — 84,75 = 305,92 Skth. = 23,56″ Doppelte Breite des Ringes 37,39″ — 23,56″ = 13,83″. Saturn ist etwas verwaschen und undulirend.

1815.

18. August, 11^h bis 11^h 30^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus sieben

Messungen 35,86 Skth. = 16,20″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen, 44,12 Skth. = 16,99″.

24. August, 9^h 30^m bis 9^h 45^m. Polardurchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 305,25 — 84,75 = 220,50 Skth. = 16,98″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus sechs Messungen 312,75 — 84,75 = 228,00 Skth. = 17,56″. Der Planet ragt oben und unten über den Ring hervor.

27. August, 10^h 30^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen, 31 Skth. = 15,67″. Saturn ist etwas verwaschen.

2. September, 10^h 20^m bis 10^h 45^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 32,25 Skth. = 15,77″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 40,37 Skth. = 16,76″. Abplattung $^1/_{17}$.

1. October, 6^h 55^m bis 7^h 45^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 26,12 Skth. = 15,10″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 33,25 Skth. = 15,81″. Abplattung $^1/_{22}$. Saturn ist etwas undulirend.

7. October, 7^h 15^m. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 296,75 — 84,75 = 212,00 Skth. = 16,32″. Es ist leichter Nebel, und Saturn erscheint etwas schwach.

24. October, 8^h. Kleiner Durchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen 281,00 — 84,75 = 196,25 Skth. = 15,11″.

26. October, 6^h 15^m bis 6^h 30^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 33,25 Skth. = 15,88″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 42,50 Skth. = 17,03″. Abplattung $^1/_{15}$.

1. November, 6^h 45^m bis 7^h 15^m. Anwendung des Ocularmikrometers. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 43,70 Skth. = 17,20″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 30,28 Skth. = 15,29″. Abplattung $^1/_9$. Saturn erscheint zeitweilig verwaschen.

6. November, 7^h bis 7^h 30^m. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus sechs Messungen 280,67 — 84,75 = 185,92 Skth. = 15,08″. Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 294,88 — 84,75 = 210,13 Skth. = 16,18″. Abplat-

tung $^1/_{14}$. Großer Durchmesser des Ringes nach einem Mittel aus drei Messungen 566,50 — 84,75 = 481,75 Skth. = 37,09″. Der Himmel ist rein und Saturn ruhig.

1817.

11. December, 7^h. Anwendung des Ocularmikrometers. Polardurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 28,90 Skth. = 15,40″. Der Himmel ist rein, aber Saturn etwas verwaschen.

1822.

13. Februar, $8^h\ 30^m$. Die Monde des Saturn zeigen die Fig. 26 angegebene Stellung. A ist sehr schwach; E sieht man nur mit dem großen

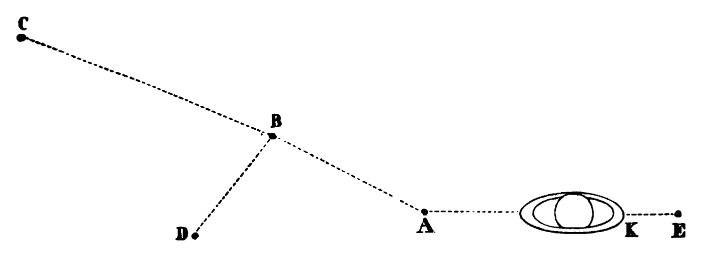


Fig. 26. Stellung der Saturnsmonde am 13. Februar 1822 um $8^h\ 30^m$ wahrer Zeit.

Lerebours'schen Fernrohre von 20 Centimeter Oeffnung; B und C haben fast dieselbe Helligkeit; D, das vielleicht kein Satellit ist, scheint mir schwächer. Nach meiner Schätzung ist der Abstand von B bis C derselbe, als von B bis zum Rande des Planeten, und diese letztere Entfernung zwei und ein halb Mal so groß als der große Durchmesser des Ringes. — Bei Betrachtung dieser Monde habe ich eine interessante Bemerkung über die physische Beschaffenheit meines Auges gemacht. In dem Fernrohre meines Cabinets war der Mond A äußerst schwach; ich sah ihn nur mit Mühe und selten, wenn ich mein Auge mit der anhaltendsten Aufmerksamkeit auf den Punkt, wo er stand, richtete; wenn ich aber meine Blicke auf den vom Monde entferntesten Punkt K des Ringes richtete, erschien er sehr scharf. Ich habe dieses Experiment funfzehn bis zwanzig mal gemacht, und immer mit demselben Erfolge. Den Mond E sah man nur mit dem großen Lerebours'schen Fernrohre, ich mußte aber dann den Rand K des Ringes ins Auge fassen. Diese Versuche, bei denen die Unterscheidung äußerst schwacher Objecte nur dadurch

gelang, daß ich den Blick nicht direct auf sie richtete, beweisen, daß nicht alle Theile meiner Retina dieselbe Empfindlichkeit besitzen.

1823.

14. März, 7^h Abends. Ich betrachtete den Saturn durch das Lerebours'sche Fernrohr mit einer ungefähr 150fachen Vergrößerung. Der Planet ragte, sowohl unten als oben, merklich über den Ring hervor.

15. März, 7^h Abends. Ich betrachtete wieder den Saturn durch das Lerebours'sche Fernrohr mit einer 134fachen Vergrößerung. Der Planet ragte sowohl unten als oben deutlich über den Ring hervor. Ich schätze das Segment der Scheibe, welches über den Ring hervorsteht, auf ungefähr 1″.

1824.

31. Januar. Ich betrachtete heute den Saturn mit aller möglichen Aufmerksamkeit durch das Fernrohr von Cauchoix mit 16 Centimeter Oeffnung und 2,27 Meter Brennweite. Ich wandte eine 250 bis 300fache Vergrößerung an. Der Planet ragt an dem scheinbar oberen Rande A (Fig. 27) ein klein wenig über den Ring hervor. Ich konnte nicht Sicherheit darüber erlangen, ob er an dem entgegengesetztem

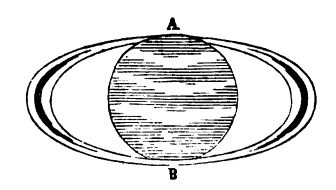


Fig. 27. Aussehen des Saturn in dem Fernrohre von Cauchoix am 31. Januar 1824.

Rande B über den Ring hervorragt. Es scheint mir hieraus hervorzugehen, daß der Planet jetzt nicht im Mittelpunkte des Ringes steht. Uebrigens ist das Segment A äußerst klein, 0,3″ bis 0,4″. Die Herren Savary und Cauchoix haben das Segment A ebenso wie ich gesehen; in B, unterhalb des Ringes haben sie Nichts wahrgenommen.

1828.

13. Mai. Ich betrachtete diesen Abend mit großer Aufmerksamkeit den Saturn durch verschiedene Fernröhre. Es schien mir der Polardurchmesser des Planeten fast ganz gleich dem des Ringes zu sein; wenn

noch ein Unterschied vorhanden ist, so ist er sehr klein, und es muß dann der Ring der überstehende Theil sein, weil die allgemeine Krümmung des Ringes in der That weder oben noch unten unterbrochen erscheint.

1833.

10. Juni. Man sieht keine Spur von einem Ringe.

12. Juni. Wir haben den Ring des Saturn durch das größte Fernrohr von Lerebours und durch das lange Fernrohr von 20 Centimetern desselben Künstlers betrachtet. Der Ring zeigte sich als zwei weiße, äußerst feine Linien. Es schien uns die Länge derselben sehr nahe dem Halbmesser des Planeten gleich zu sein, also L C = L O = M N (Fig. 28). Jedoch hat man auch zu erkennen geglaubt, daß L O ein

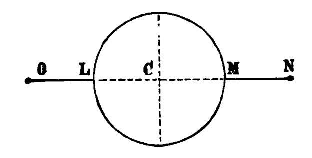


Fig. 28. Aussehen des Saturn in dem Lerebours'schen Fernrohre am 12. Juni 1833.

klein wenig größer als M N wäre, aber ohne es mit Bestimmtheit behaupten zu können.

1842.

14. September, $7^h\ 30^m$. Als der Planet Saturn mit einem die Objecte umkehrenden Fernrohre betrachtet wurde, erkannte man, daß der Abstand A B (Fig. 29) größer als der Abstand C D war. Die Herren Mathieu, Babinet, Eugen Bouvard, Laugier und Mauvais haben ebenso wie ich gefunden, daß das dunkle Segment zur Rechten ungefähr

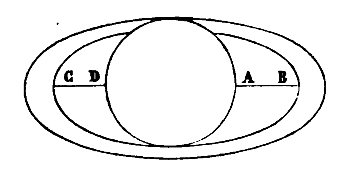


Fig. 29. Aussehen des Saturn in einem die Objecte umkehrenden Fernrohre am 14. September 1842.

um ein Viertel oder ein Fünftel breiter als das Segment zur Linken (scheinbar) war.

15. September, 7^h 30^m bis 8^h. Wie gestern übertrifft A B offenbar C D. Der Unterschied scheint etwas kleiner als gestern. Jedermann, selbst im Beobachten gar nicht geübte Personen (Herr Civiale u. A.) haben die Ungleichheit bemerkt.

16. September, 7^h bis 8^h. A B übertrifft immer C D, jetzt aber äußerst wenig.

17. September. Der Unterschied zwischen den beiden Segmenten ist noch vorhanden, aber er ist kleiner, als gestern. Wenn am 14. September diese beiden Räume nicht ungleicher gewesen wären, als sie heute sind, so würde man den Unterschied sicher nicht wahrgenommen haben.

19. September, 7^h 30^m. Der dunkle Raum zur Rechten (scheinbar) übertrifft den zur Linken; es scheint der Unterschied etwas größer, als zur Zeit der letzten Beobachtung zu sein.

5. October, 8^h Abends. Der dunkle Raum zur Rechten (scheinbar) zwischen dem Planeten und dem Ringe ist merklich kleiner als der dunkle Raum zur Linken.

1847.

26. October, 8^h Abends. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen 326,33 — 84,75 = 241,58 Skth. = 18,60″; das Mittel aus drei von Laugier gemachten Messungen gibt 325,33 — 84,75 = 240,58 Skth. = 18,52″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 294,00 — 84,75 = 209,25 Skth. = 16,11″. Abplattung $^1/_8$. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus drei Messungen 301,67 — 84,75 = 216,92 Skth. = 16,70″.

27. October, 8^h 15^m. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus drei Messungen 326,00 — 84,75 = 241,25 Skth. = 18,58″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 298,50 — 84,75 = 213,75 Skth. = 16,46″. Abplattung $^1/_9$. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus zwei Messungen 302,50 — 84,75 = 217,75 Skth. = 16,77″. Von Laugier gemachte Beobachtungen liefern die folgenden Resultate: Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 324,50 — 84,75 = 239,75 Skth. = 18,46″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 297,00 — 84,75 = 212,25 Skth. = 16,34″. Abplattung $^1/_9$. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus zwei Messungen 304,50 — 84,75 = 219,75 Skth. = 16,92″.

28. October, 8^h. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus vier Messungen 330,33 — 84,75 = 245,58 Skth. =

18,91″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 299,00 — 84,75 = 214,25 Skth. = 16,50″. Abplattung 1/8. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus zwei Messungen 303,50 — 84,75 = 218,75 Skth. = 16,84″. — Von Laugier gemachte Beobachtungen haben die folgenden Resultate gegeben: Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus fünf Messungen 322,50 — 84,75 = 237,75 Skth. = 18,31″; Polardurchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 298,00 — 84,75 = 213,25 Skth. = 16,42″. Abplattung 1/10. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus drei Messungen 304,67 — 84,75 = 219,92 Skth. = 16,93″.

1. December. Aequatorealdurchmesser des Planeten nach einem Mittel aus fünf Messungen 312,00 — 84,75 = 227,25 Skth. = 17,50″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus vier Messungen 296,25 — 84,75 = 211,50 Skth. = 16,28″. Abplattung 1/14. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus drei Messungen 301,33 — 84,75 = 216,58 Skth. = 16,68″. — Von Laugier gemachte Beobachtungen haben folgende Resultate geliefert: Aequatorealdurchmesser nach einem Mittel aus drei Messungen 306,00 — 84,75 = 221,25 Skth. = 17,04″. Polardurchmesser nach einem Mittel aus zwei Messungen 288,50 — 84,75 = 203,75 Skth. = 15,69″. Abplattung 1/12. Durchmesser unter 45° nach einem Mittel aus zwei Messungen 293,00 — 84,75 = 208,25 Skth. = 16,04″.

Messungen des Uranusdurchmessers.

In dem 73. Bande der Philosophical Transactions von 1783 hat Herschel Messungen vom Durchmesser des Uranus gegeben; die von ihm erhaltenen partiellen Resultate sind folgende: 5,06″; 5″ 2‴; 5″ 11‴; 4″ 11‴; 3,63″; 3,67″; 4,24″; 3,77″; 3,51″; 4,53″ und 4,06″. Der berühmte Astronom in Slough hat sich bei einigen dieser Messungen des Lampenmikrometers bedient.

Hier folgen einige aus meinen Tagebüchern ausgezogene, von mir im Jahre 1814 mit dem Rochon'schen Prismenfernrohre gemachte Messungen:

20. Mai. Als Mittel zweier Messungen habe ich gefunden 147,25 — 84,75 = 62,50 Skalentheile = 4,81″. Das neblige Wetter hinderte mich, die Reihe fortzusetzen.

14. Juni, $11^h\ 15^m$. Ich habe gefunden: aus drei Messungen für den horizontalen Durchmesser 145, 145, 143; aus drei Messungen für den um 45° nach rechts geneigten Durchmesser 142,5, 141, 140; aus drei Messungen für den horizontalen Durchmesser 138, 139, 141; das allgemeine Mittel ist 141,61 — 84,75 = 56,86 Skth. = 4,38″. Die Beobachtungen sind schwierig.

Am 14. Juli habe ich folgende Beobachtungen gemacht, indem ich verschiedene doppelt brechende Prismen vor das Ocular des Fernrohrs brachte und verschiedene Vergrößerungen anwandte.

1) Bei dem mit 191 bezeichneten Oculare, das indeß nur einer ungefähr 164fachen Vergrößerung zu entsprechen scheint, stellte ich das Bergkrystallprisma, welches die beiden Bündel um 14′ trennt, vor das

Ocular des Fernrohrs; das Prisma ist zu stark, d. h. die beiden Bilder des Fernrohrs sind merklich getrennt $\left(\frac{14'}{164} = 5{,}14''\right)$.

2) Bei dem mit 134 bezeichneten Oculare, das aber fast nur 112mal vergrößert ist, ist dasselbe Prisma viel zu stark; der Zwischenraum zwischen beiden Bildern ist fast gleich dem Durchmesser eines jeden. Wenn der Zwischenraum dem Durchmesser des Uranus genau gleich wäre, so würde man für den Werth dieses Durchmessers $\frac{14'}{3 \times 112} = 2{,}50''$ erhalten. Uranus muß also einen nur wenig größern Winkel als 2,5″ umspannen.

3) Ich habe mich zum zweiten Male versichert, daß das Prisma von 14′ bei dem mit 191 bezeichneten Oculare zu stark ist.

4) Mit dem nicht geschwärzten Oculare, das auf Nr. 191 folgt, und dessen Vergrößerung ich zu ungefähr 400fach annehme, ist ein Prisma von 33′ 4″ zu stark; die beiden Bilder des Uranus sind getrennt $\left(\frac{33'\,4''}{400} = 4{,}96''\right)$.

Ueber einen Stern, der eine eigene Bewegung zu haben scheint *).

In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 15. Februar 1836 hat der Kapitän Basil Hall den folgenden Auszug aus einem Briefe des Directors der Sternwarte in Palermo, Cacciatore, an den Kapitän Smyth mitgetheilt:

„Als ich im Monat Mai 1835 die Beobachtungen über die eigenen Bewegungen der Fixsterne, mit denen ich seit langer Zeit beschäftigt bin, verfolgte, sah ich in der Nähe des 17. Sterns der hora XII des Piazzi'schen Catalogs einen andern Stern, der mir ebenfalls siebenter bis achter Größe zu sein schien; ich notirte den Abstand zwischen beiden. Das Wetter gestattete mir nicht, in beiden folgenden Nächten zu beobachten; erst in der dritten Nacht sah ich das neue Gestirn wieder: es war merklich nach Osten und nach dem Aequator zu gegangen. Wolken zwangen mich die Messungen auf die folgende Nacht zu verschieben; aber bis zu Ende Mai war das Wetter abscheulich; man hätte in Palermo sagen können, der Winter beginne: reichliche Regen und stürmische Winde folgten sich dergestalt, daß es nicht möglich war, irgend eine Art von Untersuchung vorzunehmen. Als ich nach Verlauf von zwei Wochen die Beobachtungen wieder aufnehmen konnte, war der Stern bereits wegen der Abenddämmerung nicht mehr zu sehen, und alle meine Versuche ihn wieder zu finden, blieben ohne Resultat; Sterne dieser Größe wären nicht mehr sichtbar. Die geschätzte Bewegung von drei Tagen schien mir 10 Secunden in gerader Aufsteigung und ungefähr eine Minute (oder etwas weniger) in Declination nach Norden zu betragen. Eine so langsame Bewegung läßt mich vermuthen, daß das

*) Comptes rendus de l'Académie des sciences, Bd. 2, S. 154.

Gestirn jenseits des Uranus gelegen ist. Ich war äusserst verdrießlich, eine so wichtige Untersuchung nicht weiter verfolgen zu können."

In dieser Mittheilung gibt es einen Umstand, den die Astronomen kaum werden begreifen können. Als Ende Mai das Wetter zu Palermo günstig wurde, war der bewegliche Stern, wie Cacciatore sagt, wegen des Lichtes der Abenddämmerung nicht zu sehen. Diese Erklärung ist zulässig, wenn es sich um den Durchgang des Gestirns durch den Meridian handelt; aber zwei, drei Stunden nach Sonnenuntergang, bei völliger Dunkelheit konnte Nichts hindern, den muthmaßlichen Planeten mit den benachbarten Sternen zu vergleichen, entweder mittelst eines parallaktisch aufgestellten Fernrohrs, oder beim Mangel einer solchen mit dem großen Azimutalkreise, der unter allen Instrumenten der Sternwarte zu Palermo den ersten Rang einnimmt. Es scheint mir unbegreiflich, daß ein Beobachter von Cacciatore's Verdienst, bei seinem sehr gerechtfertigten Verdrusse darüber, die Wahrheit einer solchen Hauptentdeckung nicht constatiren zu können, nicht auf den Gedanken gekommen ist, das Gestirn außerhalb des Meridians zu verfolgen.

Ueber die Sonnenflecken.

I.

Betrachtungen über die Sonnenflecken.*)

Professor Pictet in Genf hat in der Bibliothèque universelle de Genève interessante Betrachtungen über die Sonnenflecken veröffentlicht und Bemerkungen hinzugefügt, die ihm zufolge zeigen sollen, daß die 1815 und 1816 sichtbar gewesenen Flecken den Einfluß, welchen ihnen die Leute gewöhnlich zuschreiben, nicht gehabt haben können. Die nachstehende Tabelle zeigt, daß in Bezug auf die Temperatur und die gefallene Regenmenge die Aenderungen in Paris geringer sind, als man anzunehmen geneigt war:

Monat.	Mittlere Temperaturen in hunderttheiligen Graden.		Aufgefangene Regenmenge im Jahre	
	1815	1816	1815	1816
Januar	— 0,6°	+ 2,6°	17,5mm	49,0mm
Februar	+ 7,3	2,0	31,4	6,0
März	9,6	5,6	40,6	43,8
April	10,3	9,9	30,3	12,8
Mai	14,7	12,7	29,0	38,0
Juni	16,0	14,8	78,7	53,7
Juli	17,6	15,6	31,9	96,7
August	17,7	15,5	15,0	50,7
September	15,5	14,1	31,8	63,4
October	12,2	11,8	61,7	20,6
Mittel der 10 Monate	12,0°	10,5°		
Gesammtmenge der 10 Monate			367,7mm	434,7mm

*) 1816 im 3. Bande S. 95 der Annales de chimie et de physique veröffentlichte Notiz.

Im Jahre 1815 hatte man vom Januar bis zum October inclusive 127 Regentage gezählt; im Jahre 1816 findet man innerhalb desselben Zeitraumes 8 mehr. Im Jahre 1815 hatte es im Juli 12 Mal geregnet, 1816 zeigte derselbe Monat nur 5 Regentage.

Pictet erinnert an die hauptsächlichsten Folgerungen, welche die Astronomen aus der Beobachtung der scheinbaren Bewegungen der Flecken gezogen haben, und berichtet mehrere neue Messungen eines seiner Landsleute, Eynard des ältern. Die Zeit der wirklichen Rotation schien ihm 25 Tage 9 Stunden 26 Minuten zu sein; Lalande nahm 25 Tage 10 Stunden 0 Minute an; Cassini fand eine noch höhere Zahl; und da die Bestimmung, welche Biot in seine Astronomie aufgenommen hat, zwischen 25 Tagen 9 Stunden 26 Minuten und den von Lalande angenommenen Werth fällt, so legt sich Eynard die Frage vor, ob die Rotation der Sonne nicht einer Beschleunigung unterworfen sei. Er bekennt allerdings, daß seine Data zur Entscheidung dieser Frage nicht hinreichend sind; er hätte aber, wie mir scheint, hinzufügen müssen, daß die genauesten Beobachtungen der Sonnenflecken eine Unsicherheit von 5 oder 6 Stunden über die Rotationszeit dieses Gestirns übrig lassen, und vor Allem nicht annehmen sollen, daß die von Biot gegebene Zahl sich auf die Zeit des Erscheinens seines Werkes bezieht, während sie aus drei Beobachtungen Messier's hergeleitet ist, die bis 1777 zurückgehen. Das Studium der Wissenschaften ist jetzt zu ausgedehnt, als daß es nicht wichtig wäre, dasselbe von der Menge von müßigen Fragen zu befreien, womit man es sehr oft ohne Grund überladet.

Das Argument, das gewöhnlich angeführt wird, um zu beweisen, daß die Sonnenflecken auf die an der Erde wahrgenommenen Temperaturschwankungen keinen merklichen Einfluß äußern können, und das von ihrer geringen Ausdehnung auf der Sonnenscheibe hergenommen ist, scheint nur auf den ersten Blick schlagend. In der That, die Natur der Flecken ist uns nicht bekannt: einige betrachten sie als Haufen von Schlacken, welche aus ungeheuren Vulkanen ausgeworfen in einem Meere von flüssiger und glühender Materie schwimmen; andere sind der Ansicht, daß die obere Region der Sonnenatmosphäre allein leuchtend sei, und daß nur an den Punkten Flecken entstehen,

wo durch Trennung zweier Wolken der dunkle Körper des Gestirns blosgelegt wird. In dieser letztern Hypothese (der wahrscheinlichsten unter den beiden, weil die Beobachtungen zu beweisen scheinen, daß der Kern jedes Fleckens im Grunde einer Vertiefung liegt), nimmt man mit Herschel an, daß ein Gas, welches sich mit Heftigkeit entwickelt und anfänglich eine mehr oder minder ausgedehnte Verschiebung einiger Theile der leuchtenden Atmosphäre veranlaßt, ein Element der Verbrennung werden, und dadurch überall, wohin es sich verbreitet, die Thätigkeit erhöhen kann. Es würde interessant sein, Schritt für Schritt durch directe Beobachtungen alle diese Intensitätsänderungen zu verfolgen; leider aber liefern die photometrischen Methoden nur genaue Werthe, wenn sie auf die Vergleichung zweier gleichzeitig wahrnehmbarer Lichter angewandt werden. Nichts desto weniger haben die Beobachtungen gelehrt, daß der Bildung eines etwas beträchtlichen Fleckens fast stets das Erscheinen jener bereits von Scheiner mit seinen unvollkommenen Instrumenten wahrgenommenen Stellen, die sich von dem übrigen Theile der Scheibe durch große Lebhaftigkeit ihres Lichtes unterscheiden, vorausgeht.

Eine sehr aufmerksame und anhaltende Untersuchung aller Theile des Gestirns hat dargethan, daß die Fackeln, um mich des hergebrachten Ausdrucks zu bedienen, sogar außerhalb der Gegenden auftreten, wo die schwarzen Flecken sich zeigen; daß sie daselbst mehr oder weniger ausgedehnte Räume einnehmen; daß sie in sehr kurzen Zeiten Ort, Gestalt und Helligkeit wechseln, so daß die leuchtende Materie auf der ganzen Sonnenoberfläche ununterbrochenen Fluctuationen unterworfen ist. Herschel, dem wir zahlreiche derartige Beobachtungen verdanken, ist zu der Annahme geführt worden, daß das Auftreten von Flecken das Zeichen einer reichlichen Ausstrahlung von Licht und Wärme sei, und hat diese Ansicht durch historische Untersuchungen zu stützen gesucht; das Kriterium indeß, zu dem er seine Zuflucht genommen (der Preis des Getreides in England), scheint zu schlecht gewählt, als daß man seine Hypothese als bewiesen betrachten könnte; man sieht aber wenigstens, daß er sich auf Beobachtungen stützt. Man vermag dies nicht von jenen entschiedenen Aussprüchen zu sagen, die man in den meisten durch die letzten Flecken veranlaßten

Schriften findet. Die Worte absurd, unmöglich fließen selten aus der Feder derjenigen, welche gewohnt sind, die Natur zu befragen. Ein jüngst erschienenes Werk, die neue edinburger Encyclopädie wird uns ein interessantes Beispiel der Modificationen liefern, welche die Zeit bisweilen an solchen vorzeitigen Urtheilen hervorbringt. Oben habe ich erwähnt, welche Vorstellungen sich Herschel von der Constitution des Sonnenkörpers gebildet hatte; ich will nicht sagen, daß sie die allgemeine Zustimmung erhalten haben, aber wenigstens läßt sich behaupten, daß sie vielen Astronomen wahrscheinlich erschienen sind. Einige Jahre zuvor waren eben diese Ideen als ein offenbarer Beweis von Verrücktheit betrachtet worden. Als der Doctor Elliot vor dem Tribunale des Old-Bayley angeklagt worden war, Miß Boydel getödtet zu haben, behauptete der als Zeuge berufene Doctor Simmons, daß das Gehirn des Angeklagten in gänzlicher Verwirrung sei, und glaubte dies hinreichend zu beweisen, indem er Schriften vorbrachte, welche für die Royal Society bestimmt waren, und worin Doctor Elliot die Ansicht ausgesprochen hatte, daß die Atmosphäre der Sonne leuchtend, der Körper des Gestirns aber dunkel sein könne!

II.

Beobachtungen der Sonnenflecken von 1822 bis 1830.*)

Einige Physiker haben angenommen, daß die Sonnenflecken, wenn sie zahlreich und ausgedehnt auftreten, die Temperaturen auf der Erde merklich modificiren können. Astronomen, unter Anderen Herschel, lassen gleichfalls einen solchen Einfluß zu; aber ihnen zufolge würden die Flecken, weit entfernt das Zeichen einer Abnahme in der Wärme zu sein, wie die Physiker glauben, gerade umgekehrt anzeigen, daß die Verbrennung des Gestirns einen Zuwachs an Lebhaftigkeit erhalten hat. Sie stützen diese Ansicht, die beim ersten Blick ziemlich seltsam erscheint, auf die wichtige Thatsache, daß dem Erscheinen der dunklen Flecken oft die Bildung von Sonnenfackeln, einer eigen-

*) Auszüge aus den Annales de chimie et de physique.

thümlichen Art von Flecken, die sich durch höhern Glanz als im übrigen Theile der Scheibe bemerklich machen, vorangeht oder nachfolgt. Vergleichende Beobachtungen der Temperaturen auf der Erde, der Zahl und Ausdehnung der dunkeln Flecken werden vielleicht einst die Mittel liefern, um zwischen jenen beiden Hypothesen zu entscheiden. Dies ist wenigstens der Grund, aus dem wir uns entschlossen haben, ein Verzeichniß derartiger Flecken, welche sich jedes Jahr zeigen werden, zu veröffentlichen. Wolken und Nebel, womit besonders im Winter der Himmel bedeckt ist, werden verhindern diese Cataloge ganz vollständig zu machen; aber außerdem, daß man sich in der schlechten Jahreszeit mit den Verzeichnissen der marseiller Sternwarte wird helfen können, muß in Bezug des uns beschäftigenden Gegenstandes bemerkt werden, daß es hinreicht, daß eben dieselben Hindernisse alle Jahre eintreten.

1822.

Januar. Es waren keine wahrnehmbaren Flecken vorhanden.

Februar. Am 15. sah man zwei kleine Flecken nahe am westlichen Rande der Sonne; am 17. waren sie bereits verschwunden.

März. Am 4. Mittags bemerkte man sehr nahe am östlichen Rande einen großen Flecken; am 13. war er noch sichtbar und von einem Halbschatten umgeben; damals folgten ihm in kleinem Abstande fünf neue Flecken. Am 14. war der große Flecken verschwunden; unter den fünf andern hatte sich ein einziger noch nicht zertheilt.

Am 22. fing eine Gruppe Flecken und Fackeln an, sich von dem östlichen Rande des Gestirns zu lösen. Am 23. sah man deutlich, daß es sechs Flecken waren; einer derselben, der sehr groß war, hatte zwei Kerne und war von einem Halbschatten umgeben. Am 24. war der Halbschatten des großen Fleckens noch ein einziger, obgleich er in diesem Augenblicke drei getrennte Kerne einschloß. Am 25. sah man vier Kerne. Daran schloß sich eine große Anzahl kleiner Flecken, die auf der Scheibe einen Raum von 4 Bogenminuten einnahmen. Am 28. waren mehrere kleine Flecken verschwunden. Am 29. unterschied man immer noch den großen Flecken, aber die kleinen waren mit Ausnahme eines einzigen verschwunden. Der große Flecken war noch am 2. April, aber nahe dem westlichen Rande sichtbar.

April. Am 3. sah man einen kleinen Flecken ohne merklichen Halbschatten in einiger Entfernung vom westlichen Rande.

Am 8. war der Flecken vom 3. verschwunden, aber man sah ziemlich in der Mitte der Scheibe eine große Anzahl kleiner. Am 14. war keine Spur davon mehr vorhanden.

Vom 23. bis 29. war auf der Sonne eine Gruppe kleiner Flecken.

Mai. Am 30. zeigten sich mehrere Flecken, von denen der eine ziemlich groß war, am östlichen Rande des Gestirns.

Juni. Die Flecken vom 30. Mai, fünf an der Zahl, sah man noch am 5. Juni; am 7. waren nur noch zwei übrig; am 9. waren alle verschwunden.

Juli. Am 26. zeigte sich ein großer sehr schwarzer und von einem Halbschatten umgebener Flecken im Mittelpunkte der Sonnenscheibe; mehrere andere kleine Flecken folgten. Am 31. hatte sich der Flecken in zwei getheilt.

August. In diesem Monate bemerkte man keinen wahrnehmbaren Flecken.

September. Keine Flecken.

October. Kein wahrnehmbarer Flecken.

November. Im November sah man auf der Sonne keine Flecken.

December. Eine Gruppe kleiner Flecken von mäßiger Dunkelheit zeigte sich am 29. dieses Monats.

1823.

Juli. Am 11. bildete sich nahe am westlichen Rande ein kleiner Flecken.

Im August, September und October sah man keine Flecken.

December. Am 3. Mittags sah man einen großen Flecken nahe am östlichen Rande der Sonne; er war von einem großen Halbschatten umgeben. Am 10. Mittags gebrauchte der eigentliche schwarze Flecken 1,2 Secunden, um an dem Stundenfaden vorbeizugehen; der Halbschatten ging an demselben erst in 3,5 Secunden vorüber. Der Durchmesser des Fleckens übertraf also den der Erde um ein Weniges, und der des Halbschattens war dreimal größer. Vom 13. zum 14. verschwand der Flecken hinter dem westlichen Rande des Gestirns.

Am 22. bemerkte man einen Flecken von mäßiger Ausdehnung nahe am östlichen Rande.

Am 29. Mittags zeigte sich nahe am östlichen Rande ein Flecken; er war sicherlich schon am 28. sichtbar gewesen, indeß hatten Wolken seine Wahrnehmung verhindert. Dieser Flecken ist aller Wahrscheinlichkeit nach derselbe, welcher am 14. am westlichen Rande der Sonne verschwand.

1824.

Januar. Am 10. war ein großer, schon am 29. December 1823 gesehener Flecken noch sichtbar.

Februar und März. Keine Flecken.

April. Am 2. sah man eine Gruppe von Flecken nahe am östlichen Sonnenrande; am 5. hatte sie sich noch nicht zerstreut.

Am 21. Mittags fing ein sehr großer Flecken an, sich vom östlichen Rande der Sonne zu lösen. Am 25. und 27. hatte er sich in drei kleine ziemlich in gerader Linie stehende Kerne ohne Halbschatten getheilt. Am 29. bemerkte man auf der ganzen Sonnenscheibe keinen einzigen Flecken mehr.

Mai. Am 25. Mittags bemerkte Gambart in Marseille zwei einander sehr nahe stehende Sonnenflecken, welche 12 Secunden später als der westliche Rand des Gestirns durch den Meridian gingen. Des schlechten Wetters wegen hatte man sie in Paris nicht sehen können; aber am 27. Mittags bemerkte man den östlichsten von beiden, als er anfing in die andere Halbkugel der Sonne hinüberzugehen.

Juni, Juli und August. Während dieser drei Monate zeigte sich kein Flecken.

September. Am 18. Mittags sah man einen großen schwarzen, in der Mitte einer Gruppe von Fackeln gelegenen Flecken 3 Zeitsecunden vom östlichen Rande der Sonne. Näher demselben Rande, aber unter einer etwas verschiedenen Declination, begannen zwei andere Flecken von ziemlich mäßiger Ausdehnung sichtbar zu werden.

Am 22. waren alle Flecken ein wenig unterhalb des Mittelpunktes des Gestirns noch sichtbar.

October. Am 3. Nachmittags 3 Uhr bemerkte man zwei Gruppen von Flecken; die eine, sehr nahe dem westlichen Rande der Sonne, bestand aus zwei schwarzen, mitten zwischen einer großen Anzahl schöner Fackeln gelegenen Flecken. In der andern, welche dem Mittelpunkte näher stand, sah man sieben kleine schwarze Flecken von derselben Beschaffenheit, aber von größeren Dimensionen und von einem sichtbaren Halbschatten umgeben; in ihrer Umgebung fanden sich keine Fackeln.

Am 4. war die erste Gruppe schon auf die andere Halbkugel übergegangen; die andere näherte sich dem Rande und hatte ihr Aussehen geändert. In dem von den kleinen schwarzen Flecken eingenommenen Raume begannen Fackeln sichtbar zu werden.

Am 15. fand sich auf der Sonne eine aus drei Flecken zusammengesetzte Gruppe. Am 18. war einer derselben verschwunden, und nur

zwei übrig geblieben. Am 21. waren sie in die jenseitige Hemisphäre hinübergegangen.

Am 19. begannen zwei sehr große Flecken sich von dem östlichen Rande der Sonne zu lösen. Am 21. hatten sie ihre Gestalt schon verändert. Nachdem die Gruppe den Mittelpunkt überschritten, bestand sie am 25. aus zwei großen Flecken, die von Halbschatten umgeben waren, und aus mehreren schwarzen Flecken von geringerer Ausdehnung.

November und December. Keine Flecken. Das Wetter war den astronomischen Untersuchungen gegen Ende des Jahres 1824 so wenig günstig, daß wir es nicht gewagt haben würden, den November und December in unsere Zusammenstellung aufzunehmen, wenn nicht Gambart aus Marseille, wo der Himmel öfter heiter gewesen war, geschrieben hätte, daß selbst dort während dieser zwei Monate auf der Sonne keine Flecken beobachtet worden wären.

1825.

Januar. In diesem Monate sah man keine Flecken auf der Sonne.

Februar. Am 5. Mittags bemerkte man nahe am Mittelpunkte einen schönen schwarzen Flecken. Am 7. war der Flecken vom 5. noch sichtbar; es waren noch zwei andere entstanden.

Am 9. Mittags konnte man außer den drei Flecken vom 7., nahe am östlichen Rande der Sonnenscheibe noch einen vierten bemerken. Am 15. war Alles verschwunden. Während des übrigen Theiles dieses Monats zeigte die Sonne keinen wahrnehmbaren schwarzen Flecken.

März. Am 4. bemerkte man im nördlichen Theile der Sonne eine große Anzahl schwarzer Flecken, von denen die bedeutendsten von Halbschatten umgeben waren. Am Mittage des 9. sah man sie noch, aber sie näherten sich sehr dem Rande des Gestirns. Vom 14. bis 17. nahm man Nichts wahr, was des Aufzeichnens werth gewesen wäre.

Am 28. und 29. Mittags entdeckte man am oberen Theile der Sonne mitten in einer großen Menge glänzender Fackeln einige kleine schwarze Flecken.

April und Mai. Keine Flecken.

Juni. Am 8. fanden sich auf der Sonne zwei schwarze von Halbschatten umgebene Flecken; der größte gebrauchte drei Secunden, um an dem Stundenfaden vorbeizugehen. Am 10. war der dunkle Theil des großen Fleckens vom 8. durch zwei kleine sehr schmale weiße Lichtstreifen in drei fast gleiche Abschnitte getheilt; der äußere Umkreis des Halbschattens schien dunkler als seine Mitte. Am 11. hatten die drei Theile des großen Fleckens ihre Form verändert: die Lichtstreifen, welche

sie trennten, waren breiter; der einzige Halbschatten, welcher sie umgab. hatte nicht überall dieselbe Färbung; eine Reihe Fackeln erstreckte sich bis an den westlichen Rand der Sonne; der kleine Flecken war verschwunden. Am 12. hatten die Lichtstreifen eine bedeutendere Größe erreicht, als am vorhergehenden Tage. Der noch ziemlich ausgedehnte Halbschatten unterschied sich von dem übrigen Theile der Scheibe nur durch einen geringen Unterschied im Glanze. Was die Fackeln betrifft, so waren sie gegen den Rand des Gestirns sehr sichtbar. Am 13. waren alle Flecken verschwunden.

Am 15. hatten sich seit dem 13. zwei Fleckengruppen am westlichen Rande der Sonne gebildet. Der Kern des dem Mittelpunkte zunächst stehenden Fleckens brauchte etwa 1 Secunde, um den Stundenfaden zu passiren; sein Halbschatten war gleichfalls sehr ausgedehnt. Am 16. standen die beiden Gruppen dem Rande sehr nahe; man bemerkte jetzt in der Nähe beider Flecken sehr glänzende Fackeln. Am 17. Mittags war nur der große Flecken sichtbar; sein Halbschatten berührte den Rand. Am 18. war Alles verschwunden.

Am 24. Mittags sah man östlich vom Mittelpunkte der Sonne einen großen schwarzen Flecken. Der ihn umgebende Halbschatten schien an seiner äußeren Grenze merklich dunkler, als an den mit dem Kerne in Berührung stehenden Punkten; er gebrauchte 2 Secunden, um an dem Stundenfaden vorbeizugehen; in seinem östlichen Theile fing ein sehr kleiner schwarzer Flecken an sich zu bilden.

Am 27. Mittags hatte der große Flecken schon den Mittelpunkt überschritten; der kleine berührte ihn jetzt und hatte somit seinen horizontalen Durchmesser verlängert. Zwei neue Gruppen zeigten sich am östlichen Rande der Scheibe mitten unter sehr auffallenden Fackeln.

Am 30. sah man immer noch den Flecken vom 24. Die Flecken vom 27. bildeten jetzt eine sehr merkwürdige Gruppe, die 3 Secunden zum Durchgange am Stundenfaden gebrauchte. Ein großer Flecken war eben am östlichen Rande aufgetreten und ihm folgten viele glänzende Fackeln.

Juli. Am 1. Mittags sah man den Flecken vom 24. Juni nicht mehr; er war verschwunden, ehe er den Rand der Sonne erreicht hatte. Die am 27. zum ersten Male beobachtete Gruppe hatte ihre Gestalt verändert; man bemerkte darin heute sechs große und mehrere kleine auf einer horizontalen Linie gelegene Flecken; sie gebrauchten ungefähr 4 Secunden zum Durchgange am Stundenfaden. Der große Flecken von gestern bestand heute aus vier getrennten, von sehr sichtbaren Halbschatten umgebenen Kernen. Am 2. Mittags waren die sechs großen Flecken, die man gestern in der Gruppe des 27. Juni bemerkt hatte, sehr klein; man sah daselbst kaum noch Spuren von Halbschatten. Die vier folgenden Flecken waren

ebenfalls sehr viel kleiner geworden, während sich an dem östlichen Rande des Gestirnes ein schöner, schwarzer Flecken zeigte; der äußere Umriß seines anscheinend elliptischen Halbschattens war viel dunkler als der übrige Theil seiner Fläche. Zwischen dem Flecken und dem Rande der Sonne bemerkte man glänzende Fackeln. Am 9. Mittags war der Flecken von gestern noch sichtbar.

Am 13. bemerkte man auf der Sonne einen großen schwarzen Flecken, welcher von ähnlichen, jedoch kleineren Flecken umgeben war. Am 21. Mittags war die Gruppe vom 20. noch vollständig sichtbar, mußte aber bald den westlichen Rand erreichen. Der Halbschatten des hauptsächlichsten Kernes erschien gegen den Rand hin merklich breiter als auf der entgegengesetzten Seite. Am 22. Mittags führte die Sonne bei ihrer Rotation die meisten Flecken, die man Tags zuvor gesehen hatte, in die der Erde entgegengesetzte Hemisphäre; am 23. Mittags war die ganze Gruppe verschwunden.

An demselben Tage, am 23. Mittags, zeigte sich in einer gewissen Entfernung vom Ostrande ein großer Flecken mit seinem Halbschatten; kleine Flecken und sehr lebhafte Fackeln begleiteten ihn. Am 27. Mittags erreichte diese Gruppe den Mittelpunkt der Scheibe; der Hauptkern gebrauchte ungefähr 2 Secunden zum Durchgange am Stundenfaden, was beweist, daß sein Durchmesser beinahe doppelt so groß als der der Erde war.

August. Am 1. Mittags war der große Flecken vom 23. Juli noch am westlichen Rande sichtbar.

Am 5. bemerkte man nahe am östlichen Rande einen neuen Flecken.

Am 20. Mittags waren auf der Sonne drei verschiedene Gruppen schöner Flecken sichtbar: die erste, aus zwei großen, von Halbschatten umgebenen Kernen bestehend, befand sich wenig entfernt vom westlichen Rande und oberhalb des horizontalen Durchmessers; die zweite dagegen lag unterhalb desselben Durchmessers, nahe an dem durch den Mittelpunkt gehenden Vertical, und bot ebenfalls merkliche Halbschatten dar; die dritte endlich, dem östlichen Rande sehr nahe, zeigte zwei große Kerne und auf den ersten Blick sichtbare Halbschatten. Am 22. Mittags war die erste dieser Gruppen nahe daran unter dem westlichen Rande zu verschwinden. Die Form der dritten hatte sich verändert: es ging ihr eine lange Reihe kleiner Flecken voran, von denen man am 20. keine Spur gesehen hatte. Am 26. Mittags war die zweite Gruppe ihrerseits am westlichen Rande angelangt; die dritte stand in der Nähe des Mittelpunktes; der große Halbschatten, den man daran bemerkte, hatte an seinem äußeren Umfange eine merklich dunklere Färbung als in der Nähe des Kernes. Am 27. war nur noch die dritte Gruppe sichtbar; in der Umgebung begannen schon Fackeln sich

zu zeigen. Am 31. Mittags bemerkte man die letzte Gruppe noch, aber sie berührte beinahe den westlichen Rand der Sonne.

September. Am 4. Mittags entdeckte man zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande der Sonne einige kleine Flecken. Am 9. Mittags waren die Flecken des 4. noch sichtbar.

Am 17. Mittags sah man nahe am östlichen Rande einen Flecken; der ihn umgebende Halbschatten war auf der Seite nach dem Rande hin breiter als nach dem Mittelpunkte zu; in den Umgebungen bemerkte man viele glänzende Fackeln.

Am 19. Mittags hatte sich zwischen dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe und ihrem westlichen Rande eine neue Gruppe kleiner Flecken gebildet. Der große Flecken vom 17. hatte jetzt zwei getrennte Kerne, welche von demselben Halbschatten umschlossen waren. Am 21. war einer der Flecken dieser letzteren Gruppe seit vorgestern sehr groß geworden; die zwei Kerne des Fleckens vom 17. hatten sich noch mehr getrennt.

Am 24. Mittags zeigte sich eine neue, aus einer großen Anzahl kleiner Flecken bestehende Gruppe im südlichen Theile der Sonne zwischen dem Mittelpunkte und dem zweiten Rande. Der Flecken mit den zwei Kernen war sehr schwach geworden. Am 26. bemerkte man den letztern nicht mehr. Am 29. war die Gruppe vom 24. noch sichtbar.

October. Am 23. Mittags waren drei schöne Flecken auf der Sonnenscheibe; der erste hatte bereits den Mittelpunkt überschritten; die andern beiden waren weniger weit vorgerückt.

November. Man sah keine Flecken.

December. Am 11. Mittags bemerkte man einen schönen Flecken, welcher fast mit dem östlichen Rande der Sonne in Berührung stand.

Am 20. waren drei Fleckengruppen auf der Sonnenscheibe. In der dem westlichen Rande zunächst stehenden Gruppe unterschied man besonders einen sehr dunkeln, von einem breiten Halbschatten umgebenen Kern; die andere, näher am Mittelpunkte gelegene, bot zwei große schwarze Kerne dar; die dritte, weiter nach Osten befindliche, zeigte auch zwei dunkle Kerne, aber von kleineren Dimensionen. Am 24. sah man die erste Gruppe nicht mehr; die beiden andern waren noch zu bemerken, hatten aber ihre Gestalt sehr merklich verändert. Am 27. war die mittlere Gruppe verschwunden ohne den Rand erreicht zu haben; die dritte bestand nur noch aus zwei kleinen, einander sehr nahe stehenden Flecken. Am 28. waren die zwei kleinen Flecken des vorhergehenden Tages außerordentlich schwach geworden.

Sehr ausgezeichnete Astronomen und Physiker haben die beim ersten Blick allerdings sehr auffällige Ansicht ausgesprochen, daß das Erscheinen der Sonnenflecken das Zeichen einer reichlichen Ausstrahlung von Licht und Wärme sei. Die Thermometerbeobachtungen im Jahre 1825 scheinen diese Ansicht zu bestätigen. Wir haben in der That im Vorstehenden gesehen, wie zahlreich die Flecken in dem eben genannten Jahre gewesen sind. Werfen wir nun einen Blick auf die meteorologischen Tabellen, so finden wir für dasselbe Jahr in Paris eine mittlere Temperatur, die mehr als einen Grad höher ist, als im Durchschnitt. Doch dürfen wir mit Rücksicht auf die große Zahl und Mannichfaltigkeit der Ursachen, welche die Temperaturen auf der Erde abzuändern vermögen, nicht vergessen, daß einzeln stehende Resultate niemals zu allgemeinen und sichern Schlußfolgerungen führen. Nur wenn man in angemessener Weise lange Zeit fortgesetzte Beobachtungsreihen zusammenstellt, wird man hoffen dürfen, den unmittelbaren Einfluß der Flecken zu ermitteln. Analoge Tabellen, wie die von uns zuvor mitgetheilten, werden einst die wahren Grundlagen für diese Untersuchung bilden, vorausgesetzt, daß man es sich angelegen sein läßt, sie möglichst vollständig zu machen. Diese Betrachtung wird sicherlich die Astronomen veranlassen, von jetzt an in ihren Beobachtungsjournalen Zahl, Gestalt und Größenverhältnisse der Flecken, womit die Sonnenscheibe ihnen täglich bedeckt erscheinen wird, aufzunehmen. In unsern Klimaten würde bei einem so nebeligen Himmel ein einziger Beobachter sicherlich manche Lücken lassen; es reicht aber hin, die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt zu haben, um für die Zukunft auf vollständigere Resultate rechnen zu dürfen.

1826.

Wir wollen jetzt, wie gewöhnlich, das Verzeichniß der im Laufe dieses Jahres in Paris beobachteten Sonnenflecken mittheilen. Die Physiker werden so die Mittel erhalten, zu untersuchen, ob diese Flecken irgend einen angebbaren Einfluß auf die Temperaturen an der Erdoberfläche gehabt haben. Durch bloße Vergleichung des Datums würde es leicht sein, den Beweis zu führen, daß mehrere in gewissen

Monaten beobachtete Flecken bereits früher aufgezeichnet waren, und durch die Umdrehung der Sonne mehrere Male in die uns sichtbare Halbkugel geführt wurden. In derartige Einzelheiten habe ich mich hier nicht einlassen zu dürfen geglaubt, damit in keiner Weise über den Zweck, den wir durch die Veröffentlichung dieses Verzeichnisses erreichen wollen, eine Irrung entstehe. Die Flecken bilden hier nur ein meteorologisches Element, das wichtig werden könnte, wenn Herschel's Ansichten über ihre thermometrischen Einwirkungen sich bestätigen sollten.

Januar. Am 4. Mittags standen zwei große schwarze Flecken in der Nähe des östlichen Randes der Sonne; sie waren von Fackeln umgeben. Ein wenig weiter von demselben Rande entfernt bemerkte man noch einen ähnlichen, aber kleinern Flecken. Am 7. sah man in der Nähe des Mittelpunktes eine Gruppe schwarzer Flecken, und nahe am östlichen Rande einen sehr großen Flecken. Am 9. Mittags erblickte man auf der Sonnenscheibe mitten unter einer gewissen Zahl von Fackeln und kleinen schwarzen Punkten vier starke Flecken; es war dies die Gruppe vom 7., die ihren Ort und ihre Form verändert hatte. Der große Flecken vom 7. war noch in der Mitte eines breiten Halbschattens sichtbar; daneben hatte sich ein kleiner Flecken gebildet.

Februar. Am 26. Mittags war ein großer von mehreren kleineren umgebener Flecken nahe am östlichen Rande der Sonne zu sehen.

März. Am 5. Mittags sah man zwei Fleckengruppen; die erste, wenig merkwürdige, ging bald in die nicht sichtbare Halbkugel der Sonne über; die andere bestand aus einem großen schwarzen, unregelmäßigen Flecken, der von einem breiten Halbschatten und einer Menge sehr kleiner Flecken umgeben war.

Am 7. hatte sich der große Flecken in drei getheilt, er gebrauchte $2{,}2^s$, um an dem Stundenfaden vorbeizugehen, was beweist, daß er einen fast zweimal so großen Durchmesser als die Erde besaß. Der wirkliche Durchmesser des Halbschattens betrug mehr als 6000 geogr. Meilen. Jenseits des schwarzen und scharfen Umfanges des Halbschattens lag eine Reihe von ungefähr funfzehn kleinen Flecken; dann kamen zwei ziemlich große Flecken; Alles zusammen nahm eine Länge von zwölf Erddurchmessern ein. Unabhängig von dieser Gruppe sah man in dem unteren Theile der Sonnenscheibe, sehr nahe dem westlichen Rande, vier kleine von vielen Fackeln umgebene schwarze Punkte. Am 8. Mittags hatte sich oberhalb des großen Halbschattens ein neuer Halbschatten mit einer schwarzen Stelle in der Mitte gebildet. Am 9. bestand der große Flecken

aus vier verschiedenen Kernen; die letzten Flecken der Reihe hatten sich zu einem ziemlich beträchtlichen Kerne vereinigt. Am 10. begann ein neuer Flecken auf dem östlichen Rande sichtbar zu werden; sein elliptischer Halbschatten war nach dem Rande zu breiter und heller als auf der Seite nach dem Mittelpunkte hin. Am 11. war der Flecken von gestern und der vom 7. noch sehr gut zu sehen; die Reihe von Flecken war kaum bemerkbar. Am 12., wo der große Flecken vom 7. sich dem westlichen Rande zu nähern begann, zeigten sich rings herum Fackeln. Am 13. waren sie sehr auffällig geworden. Während der Nacht vom 14. zum 15. gingen Flecken und Fackeln in die jenseitige Hemisphäre über. Am 16. hatten sich nahe dem Mittelpunkte der Sonne zehn kleine, einander sehr nahe stehende Flecken gebildet; viel weiter oben war ein isolirter Flecken zu sehen. Am 17. Mittags bemerkte man außer der Gruppe des vorhergehenden Tages nahe am östlichen Rande einen großen schwarzen Flecken, umgeben von einem scharf begrenzten Halbschatten, der nach dem Mittelpunkte hin weniger breit war als auf der entgegengesetzten Seite; zwischen dem Flecken und dem Sonnenrande lagen sehr deutliche Fackeln. Am 18. war der isolirte Flecken vom 16. verschwunden; die Gruppe gebrauchte 9^s, um an dem Stundenfaden vorbei zu gehen, was ungefähr 8 Erddurchmessern entspricht. Der zwischen dem großen Flecken und dem Sonnenrande befindliche Zwischenraum war mit Fackeln angefüllt; der Flecken, der sich am 10. in der östlichen Gegend der Sonne gezeigt hatte, war noch sichtbar. Am 28. Mittags stand unter dem horizontalen Durchmesser der Sonne, dicht am westlichen Rande, ein von vielen Fackeln umgebener Flecken. Am 30. zeigte sich auf dem östlichen Rande der Sonne mitten in einem sehr merklichen Halbschatten ein recht schöner, schwarzer Flecken; der Raum zwischen ihm und diesem Rande war mit Fackeln angefüllt.

April. Am 1. Mittags hatte sich unter dem großen Flecken vom 30. März ein kleiner Flecken gebildet; jener war noch vollkommen sichtbar; zwischen seinem Rande und dem der Sonne lagen viele Fackeln; der Halbschatten war auf seinem äußeren Umfange bedeutend schwärzer als nahe am Kerne.

Mai. Am 11. Mittags stand zwischen dem westlichen Rande der Sonne und ihrem Mittelpunkte ein großer Halbschatten, in dessen Mitte man drei sehr schwarze Kerne bemerkte; dem Ganzen folgte eine Reihe kleiner Flecken. Am 15. war diese Gruppe in die jenseitige Hemisphäre eingetreten. Am 16. Mittags war eine Gruppe von Flecken in der Nähe des östlichen Sonnenrandes zu sehen, von denen vier ziemlich groß erschienen. Am 18. bemerkte man einen neuen sehr schönen Flecken, der sich seit Kurzem von dem östlichen Rande gelöst hatte; ein breiter Halbschatten

hüllte ihn ein; zahlreiche und glänzende Fackeln zeigten sich, wie gewöhnlich, nahe am Rande; dieser Flecken war am 24. noch sichtbar.

Juni. Am 13. Mittags bemerkte man auf dem horizontalen Durchmesser nach Westen hin einen kleinen isolirten Flecken, und darüber eine kleine Gruppe. Am 14. erblickte man außerdem einen großen Flecken, welcher anfing sich von dem östlichen Rande zu lösen. Am 15. Mittags war der isolirte Flecken verschwunden; die Gruppe war im Verschwinden begriffen; der Flecken vom 14. war vorgerückt; sein gut begrenzter Halbschatten erschien nach dem Rande zu breiter als nach der Seite des Mittelpunktes hin; zahlreiche Fackeln folgten. Am 25. Mittags war dieser große Flecken noch sichtbar, aber schon sehr nahe am westlichen Rande. Zwei Gruppen neuer ziemlich kleiner Flecken hatten sich seit dem 24., die eine über, die andere unter dem horizontalen Durchmesser gebildet; an den folgenden Tagen wuchsen diese Flecken. Am 27. Mittags entdeckte man auf der Sonne in der östlichen Gegend und mitten zwischen vielen glänzenden Fackeln zwei Fleckengruppen, welche Tags vorher noch nicht dagewesen waren; ein großer, schwarzer Flecken trat zu derselben Zeit aus der jenseitigen Halbkugel herüber; sein Halbschatten war nach dem Rande hin sehr merklich; gegen den Mittelpunkt zu sah man keine Spur davon; in den Umgebungen zeigten sich zahlreiche Fackeln. Am 29. Mittags waren die beiden Gruppen vom 27. auf einen einzigen kleinen isolirten Flecken reducirt; den Halbschatten des großen Fleckens sah man rings um den Kern herum, aber seine Breite war gegen den Rand hin zweimal größer als auf der Seite des Mittelpunktes.

Juli. Am 1. Mittags bemerkte man außer den zwei, damals nahe am westlichen Rande der Sonne stehenden Gruppen vom 25. Juni, außer dem großen Flecken vom 27. und dem einzigen kleinen Flecken, welcher von den zwei Gruppen desselben Tages übrig geblieben war, sehr nahe am Mittelpunkte einen kleinen isolirten Flecken, von dem man Tags zuvor noch keine Spur gesehen hatte. Am 7. Mittags nahm man einen sehr großen Flecken nahe am östlichen Rande, südlich vom Mittelpunkte wahr; kleine Flecken und Fackeln folgten ihm; der große Flecken vom 27. war noch zu sehen.

August. Am 8. sah man zwei ziemlich große schwarze Flecken im mittleren Theile der Sonne; sie lagen fast unter demselben Parallele; zwei außerordentlich kleine Flecken folgten dem zweiten. Am 28. Mittags stand ein sehr schöner Flecken nahe am östlichen Rande; ihm voraus gingen zwei Flecken von viel geringerer Größe.

September. Am 21. Mittags bemerkte man sehr nahe am östlichen Rande der Sonne drei ziemlich große Flecken, welche sich fast berührten

und in einen und denselben Halbschatten eingeschlossen waren; dieser Halbschatten und die ihm vorausgehenden Flecken waren von Fackeln umgeben. Am 22. Mittags waren nur noch zwei Kerne in dem großen Flecken von gestern; eine neue Gruppe kleiner Flecken und Fackeln folgte; in der Nähe des unteren Randes entdeckte man noch einen kleinen isolirten Flecken. Am 29. Mittags bildeten die drei Kerne vom 21. nur noch einen einzigen schwarzen Flecken, der anderthalbmal so groß wie die Erde war; der Durchmesser des Halbschattens betrug $3^1/_2$ Erddurchmesser. Ein langer schwarzer Flecken, mitten unter vielen Fackeln stehend, hatte so eben den östlichen Rand der Sonne überschritten.

October. Am 4. Mittags sah man in der Nähe des Mittelpunktes der Sonnenscheibe einen sehr langen schmalen Flecken (wahrscheinlich den vom 29. September); vier Gruppen kleiner Flecken folgten ihm. Am 21. Mittags bemerkte man eine neue Fleckengruppe, welche aus mehreren sehr schwarzen von einem starken Halbschatten umgebenen Kernen bestand.

November. Gegen Mitte dieses Monats fand sich auf der Sonnenscheibe unterhalb des horizontalen Durchmessers eine Gruppe von Flecken, worin man mehrere einander sehr nahestehende Kerne und starke Halbschatten erblickte. Viele Flecken von geringeren Dimensionen folgten den ersten.

December. Am 3. Mittags bemerkte man drei Gruppen von Flecken. Am 11. sah man sehr nahe am westlichen Rande drei große von Fackeln umgebene Flecken, und in der Gegend des Centrums mitten in einem intensiven Halbschatten einen großen fast runden Flecken. Am 25. Mittags standen zwischen dem Centrum und dem zweiten Rande der Sonne, oberhalb des horizontalen Durchmessers, und mitten unter vielen Fackeln zwei kleine schwarze Flecken; tiefer ein schöner Flecken; noch tiefer ein sehr schöner Flecken, dem eine große Anzahl kleiner vorausging; ein vierter endlich fand sich zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande. Am 28. Mittags bemerkte man, daß die beiden am 25. oberhalb des horizontalen Durchmessers beobachteten kleinen Flecken verschwunden waren; vier große Flecken und viele kleine waren an die Stelle der zwei großen getreten, welche am 25. südlich vom Mittelpunkte gestanden hatten. Der vierte Flecken war verschwunden, aber zwei neue Flecken, wovon der eine klein, und der andere sehr schön war, zeigten sich am östlichen Rande; der große war von Fackeln umgeben; sein auf der Seite des Randes ziemlich großer Halbschatten war auf der entgegengesetzten Seite kaum zu bemerken; endlich hatte sich eine Gruppe sehr wenig ausgedehnter schwarzer Flecken am Mittelpunkte der Sonne neu gebildet.

1827.

Januar. Am 2. Mittags lag nahe am Mittelpunkte der Sonne ein sehr schöner von einem starken Halbschatten umgebener Flecken. Am 3. folgten dem großen Flecken vom 2. sechs Flecken von viel geringerer Größe; zwei große Flecken näherten sich dem westlichen Rande; man sah auch nahe am östlichen Rande einen recht schönen Flecken. Am 4. Mittags waren die beiden Flecken am westlichen Rande verschwunden; man erkannte nur noch die sie umgebenden Fackeln; der große Flecken war vorgerückt, ohne seine Form allzu sehr zu verändern; ein kleiner Flecken, von welchem man Tags vorher noch keine Spuren gesehen hatte, ging ihm voraus; der östliche Flecken war wunderschön zu sehen. Am 6. sah man noch die großen Flecken vom 4. und außerdem eine Gruppe sehr kleiner Flecken, welche sich um denjenigen herum gebildet hatte, der mit dem Namen des östlichen bezeichnet worden war. Am 7. waren alle diese Flecken noch da, nur hatten sie sich dem westlichen Rande der Sonne mehr genähert.

Februar. Am 17. Mittags sah man einen großen Flecken unterhalb des scheinbaren Mittelpunktes der Sonne; eine lange Reihe weniger bedeutender Flecken folgte ihm. Der große Flecken war am 24. Mittags verschwunden; aber um dieselbe Zeit bemerkte man zwei neue schöne Flecken nahe am Mittelpunkte, ferner eine Gruppe ziemlich kleiner Flecken, die sich seit dem 23. gebildet hatten, in der Nähe des ersten Randes der Sonne, und endlich auf dem entgegengesetzten Rande einen Flecken, dessen Form man nicht angeben konnte, weil er dem Rande noch zu nahe stand.

März. In den ersten Tagen dieses Monats waren mehrere Flecken auf der Sonne; aber das schlechte Wetter hatte verhindert sie hinreichend deutlich zu sehen, um sie beschreiben zu können. Am 14. Mittags waren eben zwei Fleckengruppen in die sichtbare Hemisphäre eingetreten. Am 19. Mittags sah man oberhalb des Mittelpunktes der Sonne inmitten einer Gruppe von viel kleineren Flecken zwei große Flecken; weiter unten standen drei sehr dunkle große Flecken, und ganz nahe, wie gewöhnlich, eine gute Anzahl schwarzer Punkte. Am 24. konnte man noch alle Flecken des 19. erkennen. Am 28. Mittags war auf der ganzen sichtbaren Oberfläche der Sonne nur eine Gruppe sehr kleiner Flecken nahe am Mittelpunkte sichtbar.

April. Am 5. Mittags sah man oberhalb des Mittelpunktes der Sonne eine Gruppe von Flecken, von denen vier groß, die andern klein waren; sie brauchten 14 bis 15 Secunden, um an dem Stundenfaden vorbeizugehen. Ein kleiner Flecken stand ferner im Mittelpunkte selbst, und ein von Fackeln umgebener Flecken endlich nahe am östlichen Rande. Am 6. erschien Alles, wie Tags zuvor; blos der Flecken am Mittelpunkte

war verschwunden. Am 12. waren drei Gruppen kleiner Flecken vorhanden, eine in der Gegend des Mittelpunktes, und die zwei anderen zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande der Sonne. Am 15. sah man alle Flecken vom 12., und außerdem noch zwei kleine neue Flecken im Osten. Am 17. Mittags bemerkte man nur zwei isolirte Flecken nach dem westlichen Rande hin. Am 18. folgte den Flecken vom 17. ein neuer Flecken; man sah ferner eine zahlreiche Gruppe, welche zwei recht schöne Flecken einschloß, zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande. Am 24. und 25. waren zu der Gruppe vom 18. neue Flecken in ziemlich großer Zahl hinzugekommen. Am 26. standen auf der sichtbaren Hemisphäre der Sonne fünf verschiedene Gruppen von Flecken.

Mai. In den Beobachtungsregistern der Sternwarte finde ich während des Monats Mai keine Anführung von Flecken; es ist indessen sehr wahrscheinlich, daß sich mehrere gezeigt haben; indeß wird der mit den Beobachtungen am Mittagsfernrohre beauftragt gewesene Astronom nicht Sorge getragen haben, sie aufzuzeichnen; aus dem Monat Mai liegen keine Beobachtungen der Sonne am Repetitionskreise vor.

Juni. Am 1. Mittags zeigten sich zwei Gruppen kleiner Flecken in der Nähe des Mittelpunktes der Sonne.

Juli. Am 2. Mittags lagen gegen den östlichen Rand der Sonne hin zwei Gruppen kleiner Flecken; ferner nahe am Mittelpunkte eine Gruppe und endlich in der Nähe des westlichen Randes ein großer Flecken. Am 4. sah man noch die drei Gruppen vom 2. Am 7. waren zwei Fleckengruppen vorhanden, die eine am östlichen, die andere am westlichen Rande, alle beide von Fackeln umgeben; eine andere Gruppe stand im Mittelpunkte. Am 9. Mittags war die östliche Gruppe vom 7. in den Mittelpunkt gerückt; die, welche man im Mittelpunkte gesehen hatte, lag nahe am westlichen Rande; die westliche Gruppe endlich war verschwunden. Am 25. Mittags standen am östlichen Rande zwei Flecken; der dem Rande zunächst stehende war von Fackeln umgeben. Am 27. sah man außer den Flecken vom 25. einen neuen Flecken in der Nähe des Mittelpunktes. Am 31. Mittags fanden sich nach dem Mittelpunkte hin zwei Gruppen schöner Flecken.

August. Am 1. Mittags sah man außer den zwei Gruppen vom 31. Juli einen kleinen Flecken am östlichen Rande. Am 3. bemerkte man die beiden Gruppen, den Flecken vom 1., und zwei kleine an demselben östlichen Rande befindliche neue Flecken. Am 24. und 25. sah man nahe am Mittelpunkte einen großen schwarzen, von einigen sehr kleinen umgebenen Flecken, und zwei Gruppen, die eine nach dem östlichen, die andere nach dem westlichen Rande zu.

September. Am 2. Mittags waren nach dem östlichen Rande der Sonne hin zwei Fleckengruppen bemerkbar. Am 18. sah man einen großen von einem starken Halbschatten umgebenen Flecken; sechs kleine gingen ihm voraus. Am 23. Mittags sah man vier Fleckengruppen; die eine nach dem westlichen Rande hin; zwei andere standen zwischen dem Mittelpunkte und dem Rande; die vierte, aus sehr schwachen Flecken bestehende, lag nahe am östlichen Rande.

October. Am 2. waren auf der Sonne mehrere Fleckengruppen, indeß gestatteten die Wolken nicht, ihre Gestalt genau zu beobachten. Am 6. Mittags bemerkte man: 1) zwei Flecken am östlichen Rande; 2) eine Gruppe von einander sehr nahe stehenden Flecken in der Nähe des Mittelpunktes; 3) viel unterhalb des Mittelpunktes einen isolirten Flecken; 4) endlich nach dem westlichen Rande hin eine Gruppe, in der man acht ziemlich große Hauptflecken unterschied. Am 7. Mittags sah man außer den Flecken von gestern nahe am östlichen Rande eine neue Gruppe aus drei von Fackeln umgebenen Flecken. Am 8. Mittags waren alle Flecken vom 7. noch sichtbar. Die Gruppe, welche die Rotationsbewegung der Sonne dem westlichen Rande näher gebracht hatte, zeigte viele Fackeln.

November. Am 10. Mittags sah man zwei Fleckengruppen in dem unteren Theile der Sonne.

December. Am 7. Mittags fanden sich auf der Sonne in der Nähe ihres Mittelpunktes: 1) ein ungemein großer Flecken, umgeben von einem starken Halbschatten und mehreren sehr kleinen Flecken; 2) zwei Gruppen kleiner schwarzer Flecken nahe an beiden entgegengesetzten Rändern. Am 11. Mittags sah man nahe am Mittelpunkte einen großen schwarzen, von einem starken Halbschatten umgebenen Flecken, welchem eine gewisse Anzahl sehr kleiner Flecken folgte; und nach dem westlichen Rande zu zwei große von mehreren kleinen begleitete Flecken mit sehr deutlichen Halbschatten. Am 16. Mittags bemerkte man sehr nahe an den beiden Rändern der Sonne zwei große Flecken; alle beide hatten einen sehr deutlichen elliptischen Halbschatten, der nach dem Rande zu bedeutend größer war, als nach der Seite des Mittelpunktes hin. Am 25. Mittags machte sich eine sehr beträchtliche, am westlichen Rande gelegene Gruppe durch fünf schöne Flecken bemerklich. Am 30. sah man am östlichen Rande viele Fackeln, welche einen großen schwarzen Flecken umgaben, und zwei Gruppen von recht merkwürdigen Flecken, die eine oberhalb, die andere unterhalb des Mittelpunktes der Sonne.

1828.

Januar. Am 2. war der große Flecken, den man am 30. December 1827 bemerkt hatte, von einem großen Halbschatten umgeben und

einige kleine neue Flecken gingen ihm voraus. Die Gruppe, welche man oberhalb des Mittelpunktes gesehen hatte, war verschwunden; die unterhalb desselben befindliche existirte aber noch. Am 4. sah man alle Flecken vom 2. und außerdem am östlichen Rande einen neuen von vielen Fackeln umgebenen Flecken. Am 20. sah man vier Fleckengruppen; die bedeutendste lag westlich im untern Theile der Scheibe; zwei dieser Gruppen standen auf dem horizontalen Durchmesser, die eine östlich, die andere westlich vom Mittelpunkte; die vierte hatte schon den Mittelpunkt überschritten und befand sich in der nördlichen Halbkugel; nahe am östlichen Rande waren endlich noch ein schöner Flecken und viele Fackeln vorhanden. Am 21. und 23. waren die vier Gruppen noch sichtbar und dem östlichen Flecken folgte ein neuer, von vielen Fackeln umgebener Flecken.

Februar. Am 3. fanden sich auf der Sonne vier Fleckengruppen. Am 11. lag zwischen dem westlichen Rande und dem Mittelpunkte der Sonne eine sehr ausgedehnte Gruppe, worin man besonders fünf große Flecken bemerkte. Am 17. stand eine lange Reihe von Flecken in dem untern Theile der Scheibe und eine kleine Gruppe oberhalb des Mittelpunktes. Am 18. sah man alle Flecken vom 17. Am 19. waren drei Gruppen vorhanden, die eine nahe am Mittelpunkte, die zwei andern zwischen dem Mittelpunkte und dem obern Rande. Am 22. waren noch zwei der ältern Gruppen sichtbar; ein neuer Flecken zeigte sich am östlichen Rande.

März. Am 15. sah man nahe am Mittelpunkte einen Streifen, worin man drei große Flecken und Fackeln bemerkte; nahe am östlichen Rande erblickte man eine aus beträchtlichen Flecken zusammengesetzte Gruppe und eine neblige Masse ohne in die Augen fallenden Kern. Am 24. lag ein ungemein großer Flecken nahe am Mittelpunkte; ihm folgte eine Reihe von Fackeln, die nach einem zweiten, etwas weniger großen Flecken gerichtet war. Am 26. gebrauchte der große Flecken, den Halbschatten einbegriffen, drei Zeitsecunden, um den verticalen Faden des Meridianfernrohrs zu passiren; der daneben befindliche Flecken war schwächer und kleiner geworden; zwei neue Flecken zeigten sich nahe am östlichen Rande. Am 31. fanden sich zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande nur noch zwei kleine Flecken.

April. Am 5. waren zwei kleine sehr lange Flecken dicht am westlichen Rande sichtbar. Am 6. standen zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande zwei schwache Flecken. Am 8. befanden sich zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande zwei Gruppen. Am 9. sah man zwei getrennte Flecken nahe am zweiten Rande. Am 11. zeigten sich auf dem östlichen Rande zwei neue Gruppen. Am 13. waren die zwei Gruppen vom 11. noch sichtbar. Am 18. bemerkte man einen großen

Flecken. Am 25. wurden vier große Flecken beobachtet: einer nahe am östlichen Rande; ein anderer nahe am westlichen Rande; der dritte und vierte endlich zwischen diesem letztern Rande und dem Mittelpunkte. Am 26. lag nahe am westlichen Rande eine schwache Gruppe, sowie eine andere Gruppe in der Nähe des Mittelpunktes; ein schöner isolirter Flecken stand zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande. Am 28. sah man drei deutliche Gruppen. Am 29. und 30. lösten sich vom östlichen Rande der Sonne zwei Gruppen; einige kleine Flecken lagen in der Nähe des Mittelpunktes.

Mai. Am 9. bemerkte man durch eine helle Stelle eine ungeheure Menge großer Flecken auf der Sonne; man sah sie auch am 10. Am 13. stand nahe am östlichen Rande eine Fleckengruppe, und ein isolirter Flecken auf dem entgegengesetzten Rande. Am 23. befanden sich nahe am Mittelpunkte zwei sehr ausgedehnte Gruppen. Am 27. hatte ein sehr schöner Flecken, welchem mehrere kleine folgten, fast den westlichen Rand der Sonne erreicht; sieben Flecken, die fast in gerader Linie standen, waren nahe am Mittelpunkte zu sehen; endlich fing eine neue Gruppe an sich vom östlichen Rande zu lösen.

Juni. Am 14. sah man einen großen und zwei kleine Flecken am östlichen Rande nebst vielen Fackeln in ihrer Umgebung; nahe am Mittelpunkte lag eine Gruppe kleiner Flecken, und außerdem zwei Gruppen am westlichen Rande. Am 16. waren blos die beiden Gruppen des westlichen Randes verschwunden; der Kern des großen Fleckens gebrauchte 2,2^s, und der Halbschatten 3,5^s, um den Stundenfaden zu passiren; es war also der Durchmesser des Kerns fast viermal so groß als der Radius der Erde. Am 19. war eine sehr nahe dem westlichen Rande gelegene Gruppe und ein kleiner isolirter Flecken zu den Flecken der vorhergehenden Tage hinzugekommen. Da sich am 21. zwei neue Gruppen gebildet hatten, so gab es im Ganzen acht. Am 22. war keine andere Veränderung, als die gewöhnliche Fortrückung eingetreten. Am 25. kamen zwei neue Gruppen in die sichtbare Hemisphäre herüber. Am 27. war der östliche Rand mit Fackeln bedeckt; auch war eben eine Gruppe schwarzer Flecken sichtbar geworden. Am 28. kündigte ein zweiter Haufen Fackeln an dem westlichen Rande das Auftreten neuer schwarzer Flecken an; diese Flecken bildeten zwei deutliche Gruppen; man sah außerdem einen isolirten Flecken. Am 29. erblickte man auf der sichtbaren Hemisphäre im Ganzen drei getrennte Flecken und drei Gruppen. Am 30. war eine der drei Gruppen vom vorigen Tage in die andere Hemisphäre hinübergegangen.

Juli. Am 3. sah man auf der Sonne einen isolirten Flecken, ferner eine Gruppe von vier ziemlich großen Flecken, sowie eine zweite Gruppe, in welcher man nur zwei Flecken zählte. Am 4. bemerkte man

außer den schwarzen Flecken von gestern viele Fackeln nach dem westlichen Rande hin. Am 19. gab es vier schöne Flecken. Am 30. sah man nur einen einzigen Flecken, der noch dazu dem Verschwinden am westlichen Rande sehr nahe war.

August. Am 1. sah man gegen den östlichen Rand hin zwei Flecken. Am 5. hatten sich die beiden Flecken vom 1. dem westlichen Rande genähert; es standen aber an diesem Tage noch vier andere zwischen dem entgegengesetzten Rande und dem Mittelpunkte des Gestirns. Am 20. sah man eine ziemlich ausgedehnte Gruppe kleiner Flecken und einige andere vereinzelte Flecken nach dem westlichen Rande hin. Ein großer Flecken löste sich vom östlichen Rande. Am 24. war auf der Sonne nur ein einziger schwarzer Flecken zu finden.

September. Am 5. waren auf verschiedenen Theilen der Sonnenscheibe fünf Fleckengruppen zu sehen. Am 6. zeigte sich außer den fünf Gruppen vom vorigen Tage noch eine sechste am östlichen Rande. Am 7. war eine der Gruppen vom 5. in die nicht sichtbare Hemisphäre hinübergegangen; man bemerkte nur noch fünf. Am 8. sah man ebenfalls noch fünf Gruppen wie am 7., und außerdem am östlichen Rande einige neue Flecken. Am 13. fand man noch drei von den alten Gruppen. Am 17. war nur noch eine einzige Gruppe von drei Flecken nach dem westlichen Rande hin sichtbar. Am 19. sah man am westlichen Rande zwei Flecken. Am 20. waren die zwei Flecken des westlichen Randes im Verschwinden; aber ein anderer Flecken zeigte sich am östlichen Rande. Am 21. war der Flecken vom östlichen Rande sehr groß und von Fackeln umgeben; ein neuer Flecken hatte sich seit dem vorigen Tage zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande gebildet. Am 25. waren nahe am Mittelpunkte zwei Gruppen kleiner Flecken. Am 26. war die eine der Gruppen vom 25. verschwunden; aber ein ziemlich großer Flecken zeigte sich mitten unter vielen Fackeln am östlichen Rande. Am 28. sah man nur noch den Flecken vom 26., welcher nicht weit vom östlichen Rande stand.

October. Am 2. sah man im Mittelpunkte der Scheibe einen schönen Flecken, sowie zwei kleine sich fast berührende Flecken am östlichen Rande. Am 3. erkannte man alle Flecken vom 2., und außerdem zeigten sich am östlichen Rande schöne Fackeln. Am 15. sah man einige kleine Flecken im Mittelpunkte, und eine Gruppe sehr schöner Flecken nach dem östlichen Rande hin. Am 19. lag am östlichen Rande ein kleiner Flecken; ein anderer am westlichen Rande; in der Gegend des Mittelpunktes stand die am 15. beobachtete Gruppe. Am 20. bemerkte man alle Flecken vom 19., und außerdem eine Gruppe, die sich am östlichen Rande zeigte. Am 21. sah man dieselben Flecken, wie am 20.

November. Am 4. bemerkte man nach dem östlichen Rande hin einen sehr schönen Flecken, und zwischen diesem Rande und dem Mittelpunkte einen ungemein großen Flecken. Am 5. gebrauchte der letztere 2,5^s, und der Halbschatten 4^s, um den Stundenfaden zu passiren. Am 22. begann nach dem westlichen Rande hin ein schöner Flecken aufzutauchen; einige kleine Flecken standen zerstreut auf verschiedenen Punkten der Sonnenscheibe. Am 25. fanden sich auf der Sonne zwei Flecken, der eine in der Gegend des Mittelpunktes und der andere nahe am westlichen Rande.

December. Am 2. lag nahe am Mittelpunkte der Sonnenscheibe eine Fleckengruppe. Am 9. bemerkte man gegen den östlichen Rand hin zwei Gruppen kleiner Flecken.

1829.

Wir setzen die jährliche Zusammenstellung der Aenderungen, welche die Oberfläche der Sonne erlitten hat, in der Ueberzeugung fort, daß diese Beobachtungen einst werden dienen können, um zu entscheiden, ob die Sonnenflecken einen merklichen Einfluß auf die Temperaturen der Erde ausüben. Die Unbeständigkeit der Witterung in Paris läßt uns nicht hoffen, daß diese Beobachtungen vollständig sein werden. Zur Ausfüllung dieser Lücken hatten wir auf die Theilnahme der übrigen Astronomen gerechnet, und dies mit um so mehr Grund, als eine genügende Aufzeichnung der Anzahl und Größe der Flecken ohne irgend eine Vergrößerung der Arbeit erhalten werden kann, sei es in dem Augenblicke, wo auf jeder Sternwarte die Mittagshöhe der Sonne gemessen wird, oder während der Zeit, welche dies Gestirn gebraucht, um das Gesichtsfeld des Meridianfernrohrs zu durchlaufen. Ich will es nicht unternehmen zu erklären, warum bis jetzt so wenige Beobachter sich an einer Untersuchung betheiligt haben, welche die Lösung einer der interessantesten Fragen aus der Physik der Erde herbeiführen zu müssen scheint.

Januar. Am 1. standen drei schöne Flecken nahe an dem Mittelpunkte.

Februar. Am 2. bildeten mehrere Gruppen von Flecken eine fast ununterbrochene Reihe von einem Rande der Sonne bis zum andern. Am 28. bemerkte man am östlichen Theile der Scheibe drei Gruppen.

März. Am 6. sah man elf schöne Flecken, welche vier verschiedene Gruppen bildeten. Am 7. bemerkte man außer den Flecken vom 6. einen neuen nahe am östlichen Rande. Am 11. gab es fünf große schwarze Flecken in der sichtbaren Hemisphäre. Am 21. (25.?) zeigte sich gegen den westlichen Rand hin ein kleiner Flecken; zwei Gruppen standen in der Nähe des Mittelpunktes, zu denen ein großer, von einem bedeutenden Halbschatten umgebener Flecken gehörte. Am 26. sah man noch die Flecken des vorhergehenden Tages, aber außerdem bemerkte man oberhalb des Mittelpunktes eine Reihe neuer Flecken, von denen am 25. noch keine Spur zu sehen gewesen war.

April. Am 2. lagen nahe am westlichen Rande zahlreiche Flecken; zwei schöne schwarze Flecken standen ferner in dem Vertical durch den Mittelpunkt, sowie noch kleine Flecken in andern Theilen der Scheibe. Am 3. war die westliche Gruppe noch sichtbar; die andern Flecken hatten seit dem 2. ihre Form in eigenthümlicher Weise geändert. Am 15. sah man drei Gruppen schöner Flecken: zwei nahe am Mittelpunkte, die dritte nach dem westlichen Rande hin. Am 17. zeigten sich drei Gruppen: die eine im Osten, die andere im Westen, die dritte nahe am Mittelpunkte. Am 19. sah man noch drei Gruppen: die eine nahe am Mittelpunkte, die beiden andern zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande. Am 20. zählte man vier Gruppen.

Mai. Am 13. zählte man vier kleine Flecken. Am 17. sah man von den vier Flecken vom 13. nur noch einen Flecken, aber drei neue hatten sich vom östlichen Rande gelöst. Am 22. befanden sich die am 17. zum ersten Male gesehenen Flecken in der Gegend des Mittelpunktes der Scheibe; zwei unter ihnen waren schwarz und ziemlich groß.

Juni. Am 14. sah man nahe am Mittelpunkte der Sonne eine Reihe kleiner Flecken. Am 15. bemerkte man außer der Reihe vom 14. zwei neue Flecken nahe am östlichen Rande. Am 16. zeigte sich mit Ausnahme der Ortsveränderung Alles wie am 15. Am 20. sah man nach dem westlichen Rande hin eine Gruppe, und in der Gegend des Mittelpunktes zwei Flecken. Am 24. erblickte man am westlichen Rande zwei Flecken; mitten unter vielen Fackeln lag auch eine Gruppe von fünf Flecken in der Gegend des Mittelpunktes nebst drei größeren Flecken nach dem östlichen Rande hin.

Juli. Am 7. sah man drei Gruppen von kleinen Flecken, und außerdem am östlichen Rande einen mitten unter vielen Fackeln gelegenen Flecken; gegen den westlichen Rand hin fand man auch zwei in Declination weit von einander abstehende Flecken. Am 8. war der Anblick derselbe wie am 7.

August. Am 1. sah man vier Gruppen sehr schöner Flecken. Am 2. hatte man sich versichert, daß der Kern von einem dieser Flecken fast 5ˢ gebrauchte, um den Stundenfaden zu passiren; es war also sein Durchmesser 4mal größer als der der Erde. Am 4. war der am 2. beobachtete Kern in drei getheilt.

September. Am 4. sah man am westlichen Rande drei, und am östlichen einen Flecken; alle vier waren von Fackeln umgeben. Am 8. erschien eine Gruppe von zwei Kernen, die von einem und demselben Halbschatten umschlossen waren. Am 11. sah man den Flecken vom 8. Am 14. war der Flecken vom 8. noch sichtbar, er näherte sich dem westlichen Rande. Am 17. enthielten zwei südlich vom Mittelpunkte gelegene Gruppen drei große und viele kleine Flecken; zahlreiche Fackeln zeigten sich am östlichen Rande. Am 25. sah man drei in der Nähe des Mittelpunktes stehende sehr schöne Flecken. Am 26. erblickte man drei große schwarze Flecken; zwei andere zeigten sich nicht weit vom östlichen Rande; der westliche Rand war mit glänzenden Fackeln besät. Am 28. sah man gegen den östlichen Rand hin drei kleine Gruppen von Flecken und einen isolirten Flecken jenseits des Mittelpunktes. Am 29. hatte sich östlich von den am vorigen Tage beobachteten Flecken eine neue Fleckengruppe gebildet. Ein kleiner schwarzer Flecken erschien am östlichen Rande in der Mitte einer glänzenden runden Fackel.

October. Am 2. sah man eine Gruppe, in welcher man in der Gegend der Mitte der Sonne drei Hauptflecken unterschied; ein großer Flecken zeigte sich am östlichen Rande. Am 2. (?) standen nahe am Mittelpunkte zwei Flecken, wovon der eine sehr groß und sehr schwarz war. Am 20. sah man sehr schöne Flecken nahe am östlichen Rande. Am 21. lagen drei schöne Fleckengruppen zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande. Am 22. waren die drei Gruppen vom vorhergehenden Tage wunderschön zu sehen; neue Flecken begannen sich am östlichen Rande zu zeigen; der entgegengesetzte Rand endlich bot die lebhaftesten Fackeln dar. Am 25. sah man drei Gruppen schöner schwarzer Flecken. Am 30. waren zwei Gruppen von kleinen Flecken vorhanden, die eine östlich, die andere westlich vom Mittelpunkte; ein schwarzer Flecken stand sehr nahe am östlichen Rande; zahlreiche Fackeln erschienen an beiden Rändern.

November. Am 2. sah man zwei Gruppen, deren jede zwei recht schöne Flecken enthielt, zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande; und außerdem zwei isolirte sehr schwarze Flecken zwischen dem westlichen Rande und dem Mittelpunkte. Am 5. sah man fünf isolirte schöne Flecken. Am 6. sah man die fünf Flecken vom 5., aber drei davon bildeten jetzt kleine Gruppen; ein neuer Flecken zeigte sich nahe am östlichen Rande. Am 7. beobachtete man dieselben Flecken wie am 6.

Am 8. standen zehn Flecken auf der Sonne: der hauptsächlichste war sehr groß, der östlichste doppelt. Am 16. sah man nur zwei kleine Flecken: den einen nahe am westlichen Rande, den andern entgegengesetzt fast den östlichen Rand berührend. Am 17. waren sechs kleine Flecken, sowie Fackeln an den Rändern vorhanden; die Sonnenscheibe zeigte an diesem Tage fast in ihrer ganzen Ausdehnung helle und dunkle Streifen. Am 18. sah man drei Gruppen und einen isolirten Flecken, die zusammen 8 Kerne bildeten; es gab noch viele Fackeln an den Rändern, und zahlreiche Streifen wie am 17. Am 23. sah man sieben kleine schwarze Kerne und zwei Gruppen. Am 25. bemerkte man zwei Gruppen: die eine von drei kleinen Kernen, die andere von zwei großen und einem kleinen Kerne. Am 26. standen die beiden Gruppen vom Tage zuvor sehr nahe am westlichen Rande; zwei neue Kerne, von sehr kleinen Flecken umgeben, hatten sich in der Nähe des Mittelpunktes gebildet.

December. Am 1. sah man einen großen und zwei kleine Flecken nahe am Ostrande; ein kleiner Flecken zeigte sich in der Nähe des entgegengesetzten Randes. Am 3. sah man drei aus zwölf Kernen bestehende Gruppen zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande; von diesen zwölf Kernen waren drei sehr groß und schwarz. Am 6. sah man neun Flecken, worunter drei ziemlich groß waren; der eine dieser letzteren war dem östlichen Rande der Sonne sehr nahe. Am 7. erschien nach dem östlichen Rande hin ein schöner schwarzer isolirter Flecken; nahe am Mittelpunkte befand sich ein großer schwarzer Flecken, unter welchem eine Reihe sehr kleiner und sehr matter Kerne lag; ein recht schöner Flecken, dem drei kleine graue Kerne vorangingen, war nach dem westlichen Rande hin zu bemerken. Am 8. sah man zwei große Kerne, und zwei Gruppen sehr kleiner Flecken. Am 13. zeigten sich auf beiden Rändern viele Fackeln und ein Flecken am westlichen Rande. Am 14. sah man zwei Flecken im Westen, zwei kleine um den Mittelpunkt, einen am Ostrande und eine beträchtliche Gruppe zwischen diesem Rande und dem Mittelpunkte. In dieser Gruppe bemerkte man besonders einen breiten Halbschatten.

1830.

Wir geben hier eine Fortsetzung des Verzeichnisses über die Aenderungen, welche die Oberfläche der Sonne erlitten hat, wenngleich das schlechte Wetter und Pflichten, denen wir uns in diesem Jahre nicht glaubten entziehen zu dürfen, den Beobachtungen oft Hindernisse entgegen gestellt haben.

Januar. Am 10. bemerkte man eine ungemein große Gruppe, in welcher sich zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande drei prächtige Kerne zeigten; auch berührte ein schöner Flecken fast den östlichen Rand. Am 17. bildeten drei verschiedene Gruppen und ein isolirter Flecken zusammen zehn Kerne, unter denen mehrere sehr große, besonders in der Nähe des Westrandes, waren. Am 26. wurde nur eine Gruppe von drei kleinen Flecken unter schönen Fackeln, sehr nahe am östlichen Rande beobachtet. Am 31. stand eine sehr ausgedehnte Gruppe von kleinen Flecken dicht am Mittelpunkte der Sonne; diese Gruppe zeigte sieben schwache Kerne.

Februar. Am 2. sah man zwei kleine Flecken sehr nahe am östlichen Rande; zwei kleine Flecken zwischen diesem Rande und dem Mittelpunkte; zwei isolirte kaum sichtbare Flecken ein wenig westlich vom Mittelpunkte. Am 3. waren zwei Gruppen vorhanden, die eine sehr nahe dem östlichen Rande, die andere zwischen eben diesem Rande und dem Mittelpunkte; in jeder derselben erkannte man vier kleine Kerne. Am 14. sah man zwischen dem östlichen Rande und dem Mittelpunkte eine Gruppe, worin man vier Hauptkerne unterschied; zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande einen vereinzelten runden Flecken; und fast in Berührung mit dem westlichen Rande drei große Flecken. Am 17. sah man zwei Fleckengruppen: die eine, zwei große Kerne in sich einschließend, lag zwischen dem östlichen Rande und dem Mittelpunkte; die andere, worin man auch zwei Hauptkerne unterschied, befand sich zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande. Am 19. sah man in dem Vertical durch den Mittelpunkt eine Gruppe; zwei kleine Flecken nahe am westlichen Rande und einen schönen Flecken sehr dicht am östlichen Rande. Am 21. sah man zwei Flecken von mittlerer Größe, den einen zwischen dem westlichen Rande und dem Mittelpunkte, und den andern zwischen dem Mittelpunkte und dem östlichen Rande. Am 24. beobachtete man zwei isolirte Flecken, den einen östlich, den andern westlich vom Mittelpunkte; außerdem eine Gruppe von drei schönen Flecken sehr nahe am östlichen Rande. Am 28. sah man eine große Gruppe, worin man fünf Hauptflecken bemerkte, von denen drei sehr schön waren.

März. Am 2. waren drei Flecken ein wenig westlich vom Mittelpunkte. Am 5. zeigten sich zwischen dem westlichen Rande und dem Mittelpunkte zwei sehr schöne Flecken. Am 14. sah man etwas östlich vom Mittelpunkte zwei schöne Flecken; ferner zwei schöne Flecken zwischen dem Mittelpunkte und dem westlichen Rande, sowie schwächere Flecken in der Nähe des östlichen Randes. Am 16. erschienen drei Flecken auf der Sonne, von denen zwei etwas westlich vom Mittelpunkte standen und der dritte dicht am westlichen Rande. Am 19. sah man dicht am westlichen Rande

zwei Flecken. Am 21. zeigten sich zwei Flecken in einiger Entfernung vom östlichen Rande. Am 22. hatten die zwei Flecken vom 21. den Mittelpunkt der Scheibe noch nicht erreicht. Am 23. waren die Flecken, welche man Tags zuvor gesehen hatte, in dem Mittelpunkte angelangt; aber statt zwei waren drei vorhanden; ferner hatten sich drei neue, aber weniger starke Flecken unterhalb der ersteren gebildet. Am 25. sah man noch die beiden am 23. angegebenen Gruppen von Flecken. Am 26. hatten sich keine neuen Flecken gebildet, man sah nur die vom vorhergehenden Tage; die zweite Gruppe näherte sich dem westlichen Rande. Am 29. war die zweite Gruppe noch nicht in die andere Hemisphäre übergetreten; ein kleiner Haufen schwacher Flecken war über dem Mittelpunkte bemerkbar. Am 30. sah man nur den am 29. angegebenen Haufen; man unterschied fünf Hauptkerne darin. Am 31. befand sich auf der sichtbaren Hemisphäre nur die Gruppe vom 29. März.

April. Am 5. sah man zwei kleine Flecken in einiger Entfernung vom östlichen Rande, und einen kleinen Flecken nahe am andern Rande. Am 8. standen nach dem Mittelpunkte zu drei Flecken, und nahe am östlichen Rande zwei kleine Flecken. Am 9. sah man die Flecken vom vorhergehenden Tage. Am 10. sah man wieder nur die Flecken vom 8. Am 13. bemerkte man vier Flecken nahe am westlichen Rande, und eine ausgedehnte Gruppe kleiner Flecken in dem Vertical des Mittelpunktes. Am 25. bemerkte man acht über einen ziemlich großen Raum verbreitete Flecken, alle östlich von dem Vertical des Mittelpunktes. Am 26. sah man die Flecken vom 25. Am 28. sah man immer dieselbe große Gruppe mit einigen Veränderungen.

Mai. Am 4. befanden sich die alten Flecken in der jenseitigen Hemisphäre; man sah nichts weiter als eine schwache Gruppe östlich vom Vertical des Mittelpunktes. Am 14. sah man zwei Flecken nahe am Mittelpunkte, den einen im Osten, den andern im Westen.

Juli. Am 15. waren zwei Gruppen kleiner Flecken, die eine nahe am Mittelpunkte, die andere in der Nähe des westlichen Randes vorhanden.

September. Am 1. sah man zwei Flecken östlich und zwei andere westlich vom Mittelpunkte der Sonne. Am 19. standen drei kleine Flecken nahe am westlichen Rande, und ein kleiner isolirter Flecken östlich vom Mittelpunkte.

October. Am 6. sah man einen sehr schönen Flecken auf dem Vertical des Mittelpunktes der Sonne, und eine sehr große Gruppe nach dem westlichen Rande zu. Am 8. waren noch einige Flecken der westlichen Gruppe vom 6. sichtbar; der große an demselben Tage im Mittelpunkte

stehende Flecken hatte sich vielleicht vergrößert; zwei neue Flecken waren gegen den östlichen Rand hin erschienen. Am 10. stand der große Flecken dicht am westlichen Rande; die beiden andern waren dem Vertical des Mittelpunktes nahe. Am 17. sah man eine Gruppe von ungemein großen Flecken dicht am Mittelpunkte. Am 20. war die Gruppe vom 17. noch sichtbar.

November. Am 10. waren auf der Sonne fünf Fleckengruppen sichtbar; zwei der Kerne waren sehr groß und merkwürdig dunkel.

III.

Bericht über eine Abhandlung Laugier's über die Sonnenflecken. *)

Es ist fast kein Astronom, der nicht beim Eintritt in seine Laufbahn mehr oder weniger der Versuchung nachgibt, die Rotation der Sonne zu studiren, die Geschwindigkeit dieser Bewegung, die Lage der Pollinie, die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik zu ermitteln; der sich nicht schmeichelt, durch Vergleichung seiner eigenen Resultate mit den Angaben von Scheiner, Hevel, Lalande u. A. zu irgend einer wichtigen Folgerung in Bezug auf die Beständigkeit oder Veränderlichkeit dieser Elemente zu gelangen.

Dies war ohne Zweifel die Hoffnung, welche Herr Laugier hegte, als er außer den täglichen mühevollen und lästigen Arbeiten, die ihm vom Längenbureau anvertraut sind, die besondern Beobachtungen unternahm, mit deren Berichterstattung uns die Akademie beauftragt hat.

Herr Laugier hat in seiner Abhandlung 29 Beobachtungsreihen von 29 verschiedenen Flecken mitgetheilt; jede Reihe ist für sich mit der größten Sorgfalt und nach den besten Methoden berechnet worden. Ihre Gesammtheit gibt:

---

*) In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 14. November 1842 im Namen einer aus Mathieu, Liouville, und Arago als Berichterstatter, bestehenden Commission gelesener Bericht.

25,34 Tage für die Dauer der vollständigen Rotation der Sonne um ihren Mittelpunkt;
7° 9′ für die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik;
75° 8′ für die Länge des aufsteigenden Knotens dieses Aequators, gezählt von dem Aequinoctium 1840.

Die Zahl von 25,34 Tagen weicht um ungefähr 2 Stunden von dem von Lalande gegebenen und fast allgemein angenommenen Werthe ab. Wenn an dieser Abweichung etwas auffällig ist, so ist es besonders ihre Geringfügigkeit. Ehemals nämlich bestimmte man die Rotation der Sonne nur mittelst großer Flecken, die während mehrerer aufeinanderfolgender Umläufe sichtbar blieben, während Laugier mittelst Beobachtungen, die nur durch Intervalle von 1, 2, 3 .. oder höchstens 8 Tagen getrennt waren, das Ziel erreicht hat. Eine solche Kühnheit hätte einen weniger geschickten Beobachter sicherlich in die größte Verwirrung gebracht.

Laugier hat offen die Resultate aller seiner partiellen Combinationen berichtet, ohne sich in irgend einer Weise durch die Abweichungen, die sich darin finden konnten, befangen machen zu lassen. Diese Abweichungen sind ziemlich stark. In der Tabelle z. B., welche die Rotationsdauer der Sonne enthält, finden wir ein Maximum von 26,23 Tagen und ein Minimum von 24,28 Tagen, welche Zahlen von dem Mittel auf- und abwärts um ungefähr einen ganzen Tag verschieden sind.

Bei Erwägung aller durch die Astronomen, von Scheiner an bis auf unsere Zeit, ausgeführten Arbeiten waren wir sehr geneigt zu glauben, daß die großen zuvor erwähnten Abweichungen nicht allein von Fehlern herrührten, die sich in die Mikrometermessungen hätten einschleichen können. Diese Ansicht ist jetzt für die Mitglieder der von Ihnen ernannten Commission nicht mehr eine bloße Vermuthung. Der Verfasser der Abhandlung hat die Beobachtungen so discutirt und die Resultate seiner Rechnungen so angeordnet, daß vollständig klar daraus hervorgeht, daß nicht alle Sonnenflecken sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen, daß nicht alle ihren Umlauf um die Sonne in gleichen Zeiten vollbringen.

Wir wollen die auf jene beiden Flecken, welche die bereits erwähnten extremen Resultate geliefert haben, sich beziehenden Zahlenwerthe hier anführen, und die obige Folgerung wird deutlich hervortreten.

Der erste jener Flecken, derjenige, der im Mittel zu einer Rotationsdauer von 24,28 Tagen geführt hat, konnte nur vom 24. bis 27. Mai 1837 beobachtet werden. Die erste Beobachtung vom 24., verglichen mit der Beobachtung vom 27. gibt 24,28 Tage.

Die Combination der Beobachtungen des 25. und 27. gibt 24,17 Tage.

Endlich geben die Beobachtungen des 24. und 25. trotz ihrer großen Nähe 24,36 Tage.

Fast dieselbe Uebereinstimmung findet man, wenn man auf ähnliche Weise die Reihe theilt, die zu einem mittleren Resultate von 26,31 Tagen geführt hat.

Der 20. und 28. Mai geben	. . . . .	26,31 Tage
Der 21. und 28. „ „	. . . . .	26,05 „
Der 20. und 27. „ „	. . . . .	26,36 „
Der 20. und 26. „ „	. . . . .	26,48 „
Der 23. und 27. „ „	. . . . .	26,07 „

Mangelhafte Beobachtungen würden im ersten Falle nicht beständig 24 Tage nebst einem Bruche, und im zweiten 26 Tage nebst einem Bruche gegeben haben.

Uebrigens hat Laugier nicht blos durch solche Beobachtungsreihen die eigene Bewegung der Flecken nachgewiesen; er ist zu derselben Folgerung gelangt, als er unter geeigneten Umständen den Bogen auf der Sonnenkugel maß, um welchen zwei gleichzeitig sichtbare Flecken von einander abstanden. So hatten am 29. Juni 1838 zwei Flecken einen Winkelabstand von 45° 47′.

Am 30. Juni war dieser Abstand geringer geworden; er stieg nur noch auf	. . . .	44° 29′
Am 2. Juli fand Laugier	. . . .	46 2
Am 3. „ „ „	. . . .	46 39
Am 4. „ „ „	. . . .	46 32

Am 24. Mai 1840 standen zwei Flecken in 78° 30′ Winkelabstand; am 27. betrug dieser Abstand nur noch 73° 32′. Wenn man, wie nicht unwahrscheinlich, diese Aenderung von 5° der Bewegung eines einzigen der beiden Flecken zuzuschreiben hat, so findet man, daß seine eigene Geschwindigkeit 111 Meter in der Secunde betrug.

In den Augen jedes Astronomen übertreffen die in diesen Winkelabständen vorkommenden Differenzen die Unsicherheiten der Beobachtungen. Nichts desto weniger dürfte es vielleicht zweckmäßig sein, der Abhandlung eine Reihe von Tabellen beizufügen, die bloße Umgestaltungen der bereits darin aufgenommenen sind, in denen aber neben den in Bogensecunden ausgedrückten Fehlern, womit die mikrometrischen Messungen behaftet sein können, die gleichfalls in Secunden ausgedrückten Correctionen einen Platz finden, die an den Beobachtungen angebracht werden müssen, wenn die extremen Werthe für die Umdrehungszeit der Sonne oder die gegenseitigen Abstände der Flecken den mittleren Werthen gleich werden sollen. Solche Tabellen würden, dünkt uns, klarer und schlagender sein als diejenigen, womit der Verfasser der Abhandlung sich begnügt hat. Wir würden ferner wünschen, daß Herr Laugier durch Zahlen bewiese, daß die eigenen Bewegungen der Flecken, wovon seine Arbeit so viele Beispiele enthält, nicht bloße Aenderungen in der Gestalt, Schwankungen in der Form der Umfänge gewesen sind; wir würden es lieber sehen, wenn die Leser der Abhandlung, aller kleinlichen Rechnung überhoben, mit einem Blicke zu erkennen vermöchten, daß beim Uebergange vom Ostrande der Sonnenscheibe zum Westrande der eine oder andere Flecken einen so großen Weg zurückgelegt hat, daß er sich ganz außerhalb des Platzes befinden würde, den er hätte einnehmen müssen, falls er seinen Ort nicht verändert hätte. Diese demonstrativen Beweise von Ortsveränderung der Flecken werden von Seiten des Verfassers nur eine Rechnung von einigen Stunden und die Zusammenstellung einer einfachen Tafel erfordern.

Als Laugier Tag für Tag die heliocentrischen Declinationen der gleichzeitig beobachteten Flecken verglich, machte er eine eigenthümliche Bemerkung: er fand, daß diese Declinationen, wenn sie dasselbe Zeichen hatten, im Allgemeinen in demselben Sinne sich änderten, wie

Himmelskörper, in deren Nähe er vorübergegangen war, Aenderungen erlitten hätte; indeß können diese Aenderungen, die man in der Astronomie Störungen nennt, aus der Theorie berechnet werden. Wenn Encke mit Rücksicht hierauf die Elemente von 1805 modificirt, so findet er, daß im Jahre 1819 der Komet sich hätte in folgender Bahn bewegen müssen:

Durchgang durchs Perihel, Januar 27,28 (mittlere pariser Zeit).

Länge des Perihels	156° 59′ 30″
Länge des Knotens	334 31 0
Neigung	13 36 30
Winkel der Excentricität	58 3
Halbe große Axe	2,214
Umlaufszeit	1202,3 Tage.

„Die Elemente, blos aus den Beobachtungen von 1818 und 1819 hergeleitet, sind:

Durchgang durchs Perihel, Januar 27,25 (mittlere pariser Zeit).

Länge des Perihels	157° 5′ 33″
Länge des Knotens	337 43 37
Neigung	13 38 42
Winkel der Excentricität	58 6 45
Halbe große Axe	2,213
Umlaufszeit	1202,54 Tage.

„Die Längen sind auf das mittlere Aequinoctium von 1819 bezogen.

„Die elliptischen Elemente, zu denen die im Jahre 1805 gemachten Beobachtungen führen, unterscheiden sich, wie man sieht, hinreichend wenig von denjenigen, die blos aus den Beobachtungen von 1818 und 1819 hergeleitet sind, so daß man die Abweichungen bloßen Fehlern, die sich in die Bestimmung der Rectascensionen und Declinationen eingeschlichen haben, zuschreiben kann: es ist also bewiesen, daß der Komet von 1818 kein anderer ist, als der bereits 1805 beobachtete. Olbers hat die interessante Bemerkung gemacht, daß der Komet von 1795 anscheinend ebenfalls dasselbe Gestirn ist; es bleibt indeß die neue Discussion der Beobachtungen von 1795, die Encke

unternommen hat, abzuwarten, bevor man sich in dieser Beziehung mit einiger Gewißheit aussprechen kann.

„Die zuvor angeführten Bahnelemente zeigen, daß der neue Komet im August 1819 mit der Sonne in Opposition stehen wird. Während dieses Monats wird seine Rectascension zwischen 317,20° und 306°, und seine südliche Declination zwischen 26° und 26,48° liegen. Es steht leider zu befürchten, daß man ihn dann nicht wird wahrnehmen können; denn dies Gestirn, das schon im letzten Januar bei seinem Durchgange durchs Perihel, zu einer Zeit, wo sein Abstand von der Erde sehr klein war, sehr schwach erschien, wird im August ungefähr zwei Mal weiter als die Sonne sein. Aus denselben Elementen folgt, daß im nächsten December der Abstand des Kometen von der Erde bereits 70 Millionen Meilen übersteigen muß."

Im März 1822 (Annales de chimie et de physique, Bd. 19. S. 335) veröffentlichte ich über denselben Kometen folgende an die Astronomen gerichtete Aufforderung:

„Die Zwischenzeiten zwischen zwei auf einander folgenden Erscheinungen dieses Kometen betragen 1204 bis 1205 Tage; er ist in den Jahren 1785, 1795, 1805 und 1819 gesehen worden. Am 24. Mai 1822, dem Tage seines Durchgangs durchs Perihel wird der Komet $20^1/_2{}^0$ in Rectascension von der Sonne entfernt stehen; seine Declination wird 2° nördlicher sein. Sein Licht wird heller erscheinen als das eines Sternes fünfter Größe; indeß wird für unsere hohen Breiten die Stärke der Dämmerung hindern das Gestirn zu beobachten, weil die Sonne sich langsam unter den Horizont senkt. Weiter südlich, in Marseille, in Marlia und besonders in Palermo steht zu hoffen, daß ein geübtes, mit einem guten Fernrohre bewaffnetes und durch einen sehr reinen Horizont begünstigtes Auge ihn mit größerer Leichtigkeit finden wird. Es ist sehr zu wünschen, daß die Beobachter im südlichen Frankreich und in Italien nicht versäumen, sich mit der von uns in Erinnerung gebrachten Untersuchung zu beschäftigen."

Im December eben dieses Jahres mußte ich leider in folgenden Ausdrücken (Annales de chimie et de physique, Bd. 21. S. 428)

anzeigen, daß der Komet mit kurzer Umlaufszeit weder in Europa noch am Cap der guten Hoffnung beobachtet worden war:

„Man hatte gehofft, daß der Komet mit kurzer Umlaufszeit, von dem im 10. und 11. Bande die Rede gewesen ist, in den Monaten Juni, Juli und August sichtbar sein würde, ohne indeß die Schwierigkeit, ein so schwaches Gestirn bei dem Lichte der Dämmerung wahrzunehmen, sich zu verhehlen. In der südlichen Halbkugel waren die Aussichten dazu viel günstiger; daher hat man nicht ohne einiges Erstaunen vernommen, daß der neue am Cap der guten Hoffnung stationirte Astronom in dieser Aufsuchung keinen besseren Erfolg gehabt hatte, als die Beobachter in Europa. Doch erfordert die Gerechtigkeit hinzuzufügen, daß am Cap das Wetter sehr trübe gewesen ist."

Durch einen Umstand, worüber die Astronomie sich nicht genug freuen kann, war man in Neu-Holland glücklicher gewesen, wie aus der folgenden Notiz hervorgeht, die ich im Februar 1823 (Annales de chimie et de physique, Bd. 22. 210) veröffentlichte:

„Im letzten Decemberhefte hatten wir berichtet, daß der Komet mit kurzer Umlaufszeit, dessen Wiederkehr im Juni erwartet wurde, von dem englischen Astronomen am Cap der guten Hoffnung nicht wahrgenommen worden war. Wir beeilen uns jetzt, unsern Lesern mitzutheilen, daß Rümker in Neuholland glücklicher gewesen ist und dies Gestirn am 2. Juni sehr nahe an dem Orte entdeckt hat, den ihm für diesen Tag die nach Encke's elliptischen Elementen berechnete und in dem 1820 erschienenen Bande der Connaissance des temps für 1823 veröffentlichte Tafel anwies.

„Rümker hat 15 Beobachtungen gemacht; sie umfassen den vom Kometen in der Zeit vom 2. bis 23. Juni 1822 durchlaufenen Bogen. In diesem Zeitraume sind die Bewegungen in Rectascension und Declination respective 23° und 27° gewesen; stets hat zwischen Rechnung und Beobachtung die genügendste Uebereinstimmung stattgefunden.

„Es steht also jetzt vollkommen fest, daß in unserem Sonnensysteme ein Komet existirt, der seinen Umlauf in 1202 Tagen vollbringt. Diese erste Frucht von Rümker's Untersuchungen beweist, welchen ungemein großen Dienst der General Brisbane der Wissenschaft geleistet

hat, indem er einem so geschickten Astronomen die Mittel lieferte, ein dem pariser fast diametral gegenüberliegendes Observatorium zu errichten."

II.

Ueber den Kometen von 1759 oder den Halley'schen Kometen.

[Arago hat über den Kometen von 1759 oder den Halley'schen Kometen zu verschiedenen Zeiten mehrere Notizen veröffentlicht, welche den Antheil bezeichnen, den er an der Untersuchung und Beobachtung dieses Gestirns genommen.

Es folgt hier zunächst eine im Jahre 1818 (Annales de chimie et de physique, Bd. 9. S. 190) veröffentlichte Notiz:]

Die turiner Akademie hatte im Jahre 1812 als Preisaufgabe die Berechnung der Wiederkehr des Kometen von 1759 mit Berücksichtigung der Störungen, welche dies Gestirn in seinem Laufe durch die vereinten Wirkungen des Jupiter, Saturn und Uranus erleiden muß, aufgestellt. Der Verfasser der Abhandlung, welche den Preis erhalten hat, ist Damoiseau, Artilleriebataillonschef, dem man bereits wichtige Untersuchungen über die Mondtafeln verdankt. Wir wollen das hauptsächlichste Resultat mittheilen, welches aus der ungeheuren Arbeit, die er ausführen mußte, um der gestellten Frage Genüge zu leisten, hervorgeht.

Der Komet von 1759 ist der erste, dessen Wiederkehr man vorhergesagt hat, und bis jetzt der einzige, der zu der angekündigten Zeit erschienen. Wie bekannt, ist es fast unmöglich, mit Genauigkeit die Umlaufszeit eines Kometen, und folglich die große Axe seiner Bahn nach den Beobachtungen einer einzigen Erscheinung zu ermitteln. Da nun ein Bogen einer Ellipse, wenn ihre große Axe sehr lang ist, mit dem Bogen einer Parabel nahe zusammenfällt, so berechnen die Astronomen die Kometen, als ob sie in einer Curve der letzteren Art sich bewegten. Bei dieser Vereinfachung sind drei Beobachtungen mehr als hinreichend, um die Bahn genau zu bestimmen. Die parabolischen Elemente, zu denen man auf diese Weise gelangt, sind nicht blos

dazu bestimmt, den Ort des Gestirns während der im Allgemeinen kurzen Dauer seiner Erscheinung darzustellen, sondern liefern auch außerdem die Mittel, zu finden, wann dasselbe durch sein Perihelium geht.

So erschien ein Komet im Jahre 1531, und wurde in Ingolstadt von Apian beobachtet. Halley hat gefunden, daß alle seine Positionen so genau, wie die Unvollkommenheit der Messungen zu hoffen gestattet, durch folgende Elemente dargestellt werden.

Neigung.	Länge des Knotens.	Länge des Perihels.	Perihel-distanz.	Richtung der Bewegung.
17° 56′	49° 25′	301° 39′	0,567	rückläufig.

Dieselben Beobachtungen zeigen, daß der Komet am 24. August 1531 um 21 Uhr durch das Perihelium oder den der Sonne nächsten Punkt seiner Bahn ging.

Keppler und Longomontan sahen einen Kometen im Jahre 1607; ihre Beobachtungen haben die nachstehenden Elemente geliefert:

Neigung.	Länge des Knotens.	Länge des Perihels.	Perihel-distanz.	Richtung der Bewegung.
17° 2′	50° 21′	302° 16′	0,587	rückläufig.

Durchgang durchs Perihel am 16. October 1607, um 4 Uhr.

La Hire, Picard, Hevel, Flamsteed bedienten sich der astronomischen Instrumente, die zu ihrer Zeit bereits eine ziemliche Genauigkeit erlangt hatten, um den Kometen, der um die Mitte des Jahres 1682 erschien, zu verfolgen. Halley hat aus sämmtlichen Beobachtungen Flamsteed's die folgenden Elemente hergeleitet.

Neigung.	Länge des Knotens.	Länge des Perihels.	Perihel-distanz.	Richtung der Bewegung.
17° 42′	50° 48′	301° 36′	0,583	rückläufig.

Das Gestirn ging am 14. September 1682 um 21½ Uhr durch sein Perihelium.

Da diese drei Systeme von Elementen sehr nahe dieselben waren, so schloß Halley daraus, daß sie einem und demselben Kometen ange-

hörten, der in 151 Jahren zwei Mal zu seinem Perihel zurückgekehrt wäre *), und schrieb die Abweichungen, die man darin bemerkt, den Störungen, welche dieses Gestirn seitens der Planeten hatte erfahren müssen, so wie der Unsicherheit der Beobachtungen zu. Er erkühnte sich sogar, vorherzusagen, daß der Komet Ende 1758 oder Anfang 1759 wieder erscheinen würde; er hatte aber die Einwirkung des Jupiter und Saturn nur roh schätzen können. Später wandte Clairaut auf die Bestimmung dieser Störungen die Formeln an, die er zuerst für das Problem der drei Körper gegeben hat, und fand, daß der Komet, um zu seinem Perihel zurückzukehren, 618 Tage mehr als in dem vorhergehenden Umlaufe brauchen würde. Hiernach mußte sein Durchgang auf die Mitte des April 1759 fallen; indeß machte Clairaut doch darauf aufmerksam, daß er in seiner Rechnung kleine Glieder vernachlässigt hatte, welche eine Unsicherheit von einem Monat in Mehr oder Weniger übrig ließen. Jene Vorhersagung ward durch den Erfolg bestätigt; denn am 12. März 1759 um Mitternacht, d. h. innerhalb der von Clairaut angegebenen Grenzen ging der Komet durch sein Perihel. Wir wollen hier ebenfalls die parabolischen Elemente für diese Erscheinung anführen, damit der Leser sie mit den vorhergehenden vergleichen könne.

---

*) Denselben Kometen hatte man bereits im Jahre 1456 beobachtet, wie man aus folgenden Elementen erkennt, die Pingré aus den spärlichen Nachrichten, welche man bei den Schriftstellern der damaligen Zeit findet, hergeleitet hat:

Neigung.	Länge des Knotens.	Länge des Perihels.	Perihel-distanz.	Richtung der Bewegung.
17° 56′	48° 30′	301° 0′	0,586	rückläufig.

Durchgang durchs Perihelium am 8. Juni 1456, um 22 Uhr.

Bei dieser Erscheinung hatte der Komet einen Schweif von 60°, dessen Licht ins Gelbe zog. Einige Tage vor dem Durchgange durchs Perihel war der Kern so glänzend, wie ein Fixstern. Man könnte glauben, daß die Ursachen, wovon dieser Glanz herrühte, fortwährend schwächer geworden sind: denn der Komet von 1759 hatte weder eine so große Intensität, noch einen so ausgedehnten Schweif wie der von 1456. Vielleicht zerstreuen sich diese Himmelskörper mit der Zeit zuletzt sogar ganz. Die Rückkehr von 1835 wird in dieser Beziehung wahrscheinlich interessante Aufschlüsse bringen.

Neigung.	Länge des Knotens.	Länge des Perihels.	Perihel-distanz.	Richtung der Bewegung.
17° 38′	53° 48′ *)	303° 10′	0,584	rückläufig.

Damoiseau hat in seiner Arbeit den Einfluß des Planeten Uranus in Betracht gezogen, der zu Clairaut's Zeit noch nicht bekannt war; die Näherung ist sehr weit getrieben worden; die Massen, deren er sich bedient hat, lassen gegenwärtig nur sehr geringe Unsicherheiten zu; mit einem Worte, Alles berechtigt zu dem Glauben, daß das Resultat der Rechnung dies Mal nur noch um eine sehr kleine Zahl von Tagen fehlerhaft sein wird; sehen wir übrigens, wie es lautet:

„Die Zeit zwischen dem Durchgange durchs Perihel im Jahre 1759 und dem nächsten Durchgange durch denselben Punkt wird 28007 Tage betragen, was, vom 12. März 1759 als Anfang dieser Periode an gerechnet, dem 16. November 1835 entspricht."

[Nachdem die wahrscheinliche Bahn des Halley'schen Kometen neuen Rechnungen unterworfen worden war, veröffentlichte Arago gegen Ende 1834 in dem Annuaire des Längenbureau für 1835 die folgende Notiz:]

Durch äußerst mühsame Berechnungen der Störungen, welche der jetzt erwartete und unter dem Namen des Halley'schen bekannte Komet in seinem Laufe durch die vereinten Anziehungen des Jupiter, Saturn, Uranus und der Erde erleiden muß, hatten Damoiseau und Pontécoulant den Augenblick des Durchgangs dieses Gestirns durch sein Perihel, d. h. durch den der Sonne nächsten Punkt seiner Bahn, der eine auf den 4., der andere auf den 7. November festgesetzt. Seit diesen ersten Untersuchungen haben die Astronomen gefunden, daß die Jupitersmasse, welche gleich $^1/_{1070}$ der Sonnenmasse angenommen worden war, nur $^1/_{1054}$ derselben beträgt. Unter Annahme dieser neuen Masse und unter vollständigerer Berücksichtigung der Wirkung der Erde hat Pontécoulant schließlich den Durchgang durchs Perihel vom 7. auf den 13. November verlegt.

*) In der populären Astronomie Bd. 12. S. 250 sind 53° 50′ angegeben.
Anmerk. d. d. Ausgabe.

Zur Zeit dieses Durchgangs wird der Abstand des Kometen von der Sonne nur auf sechs Zehntel des Abstandes der Erde von der Sonne steigen. Am anderen Ende der großen Axe, nach 39 Jahren von jetzt an, wird dagegen der Abstand der beiden Himmelskörper ungemein groß sein. Die Rechnung gibt mehr als 35 Mal den Halbmesser der Erdbahn, d. h. mehr als 35 Mal den Abstand der Erde von der Sonne.

Die Vergleichung des Resultats der Rechnung, in Betreff des Durchgangs des Halley'schen Kometen durch sein Perihel im Jahre 1835, mit dem Resultate der Beobachtung wird zeigen, ob dies Gestirn, ebenso wie der kleine und schwache Komet von kurzer Umlaufszeit durch den Widerstand des Aethers in seinem Laufe merklich gestört wird. Diese Vergleichung dürfte ihrerseits einige Aufklärungen über die physische Constitution des erwarteten Kometen geben; denn ein widerstehendes Mittel übt je nach dem Volumen und der Dichtigkeit des dasselbe durchdringenden Körpers eine mehr oder weniger große Wirkung aus.

Ist der Aether in Ruhe, oder kreist er nach Art der Planeten von Westen nach Osten um die Sonne? In diesem letzteren Falle wird seine Wirkung auf den Kometen mit kurzer Umlaufszeit, der ebenfalls von Westen nach Osten läuft, von derjenigen verschieden sein, welche er auf den Halley'schen Kometen ausübt, dessen Lauf umgekehrt von Osten nach Westen gerichtet ist. Die Wissenschaft, welche sich mit den Bewegungen am Himmel beschäftigt, und die Kosmogenie sind in gleicher Weise bei der Lösung des zuvor bezeichneten Problems interessirt.

Man weiß noch nicht mit Sicherheit, ob die Kometen selbstleuchtend sind, oder ob sie ihr ganzes Licht, mit dem sie leuchten, von der Sonne entlehnen. Die Aufsuchung ihrer Phasen schien das einzige Mittel zu sein, um diese Frage zu lösen; bisher waren aber diese Bemühungen erfolglos. Vergleichende Messungen der Lichtintensitäten, photometrische Messungen können in nicht weniger sicherer Weise zum Ziele führen. Diese Gattung von Beobachtungen wird ohne Zweifel während der bevorstehenden Erscheinung des Halley'schen Kometen die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich ziehen.

Uebrigens habe ich bereits gezeigt, daß die Liebhaber der Wissenschaft sich selbst mit sehr schwachen Instrumenten an der interessanten Untersuchung, die ich ihnen bezeichne, betheiligen können. (Siehe populäre Astronomie, Bd. 2. S. 366 ff.)

Im Jahre 1305 hatte der Halley'sche Komet einen außerordentlichen Glanz; im Jahre 1456 zog er einen Schweif hinter sich, der zwei Drittel des Intervalls zwischen Horizont und Zenith umfaßte; im Jahre 1682 wurde er, obgleich im Vergleich zu den Erscheinungen von 1305 und 1456 merklich geschwächt, doch unter die hellsten Kometen gezählt, und sein Schweif hatte noch eine Länge von 30°; im Jahre 1759 würde seine Erscheinung sicherlich nur die Astronomen beschäftigt haben, wenn er nicht der erste Komet gewesen wäre, dessen Erscheinen man lange Zeit vorher angekündigt hatte. Aus diesen Thatsachen schien zu folgen, daß die Kometen allmälich schwächer werden, und man könnte versucht sein, die physische Ursache davon in der Materie zu suchen, welche in der Nähe des Perihels sich von der Nebelmasse ablöst, um den Schweif zu bilden, und vom Kometen in den Raum zerstreut zu werden scheint. Olbers, sicherlich in solcher Angelegenheit einer der competentesten Richter, betrachtet das allmäliche Schwächerwerden der Kometen nicht als bewiesen; er glaubt, daß die am Halley'schen Kometen von 1305 bis 1456, von 1456 bis 1682, von 1682 bis 1759 beobachtete Abnahme nur scheinbar gewesen ist; daß man sie durch die ganz besonderen Positionen, welche damals Sonne, Komet und Erde hatten, würde erklären können; er weist endlich zur Stütze seiner Ansicht noch auf die zwischen den vorgenannten Daten liegende Erscheinung von 1607 hin, bei welcher für analoge Positionen wie 1759 nach Keppler's Zeugniß der Komet in seiner Intensität nichts Merkwürdiges darbot.

Es würde schwer sein, mit Sicherheit den Tag zu bestimmen, an welchem der Komet zuerst wahrgenommen werden wird. Der Zustand des Himmels, die Stärke der Instrumente, die Gesichtsschärfe des Beobachters würden im Verein mit den bereits bezeichneten physischen Ursachen von Aenderungen in der Lichtstärke des Gestirns selbst jeden Versuch einer Lösung des Problems gänzlich illusorisch machen. Olbers glaubt nicht, daß der erwartete Komet auf dem Maximum seines

Glanzes, weit entfernt den von 1811, wie man behauptet hat, zu übertreffen, auch nur dem dritten Kometen von 1825, den das Publicum, ohne ihm irgend Aufmerksamkeit zu schenken, hat vorübergehen lassen, gleichen wird.

Um die Mitte des October wird der Halley'sche Komet bei der bevorstehenden Erscheinung der Erde am nächsten sein. Wir setzen hinzu, daß sein Abstand nicht unter 5 Millionen geogr. Meilen betragen wird. Sonach würden also selbst diejenigen, welche durch die zahlreichen kürzlich zu Gunsten der Kometen veröffentlichten Vertheidigungsschriften nicht völlig beruhigt worden sind, in gegenwärtigem Falle keinen plausiblen Grund haben, sich zu ängstigen.

[In die Comptes rendus der pariser Akademie hat Arago nach einander verschiedene Notizen aufgenommen, um die über den Halley'schen Kometen bald nach seinem Sichtbarwerden gemachten Beobachtungen zur öffentlichen Kenntniß zu bringen.

In dem Berichte über die Sitzung vom 17. August 1835 liest man:]

Der Director der Sternwarte des Collegio romano, Dumouchel, hat Bouvard unter dem 6. August 1835 geschrieben, daß als Tags zuvor, also am 5. August, um $0^h\ 20^m$ Sternzeit, er und sein Mitarbeiter de Vico ihr großes Teleskop auf den Punkt des Himmels richteten, wohin die Ephemeriden den Halley'schen Kometen setzten, sie dies Gestirn im Gesichtsfelde wahrnahmen. Sein Licht war äußerst schwach. Wolken und die schon ziemlich lebhafte Dämmerung ließen uns, sagt Dumouchel, kaum Zeit den Ort des Gestirns mit einiger Genauigkeit zu bestimmen; die Rectascension schien uns $5^h\ 26^m$, und die nördliche Declination $22^0\ 17'$ zu sein. Am 6. August war der Komet merklich gegen Osten vorgerückt; sein Ort ist aber noch nicht berechnet worden."

Der Ort, welchen Dumouchel für den 5. August angibt, weicht kaum um einen Drittelgrad von der in die Connaissance des temps aufgenommenen Ephemeride ab. Eine solche Abweichung, wie gering sie auch sein mag, ist nicht wahrscheinlich. Uebrigens wird das Licht der Dämmerung jetzt für die Beobachtung des Kometen in unseren

Klimaten kein Hinderniß mehr sein, und der Zweifel, den die erwähnte Abweichung erregen kann, wird sich bald aufklären lassen.

[In dem Berichte der Sitzung vom 24. August findet man Folgendes:]

Arago berichtet mündlich über die auf der pariser Sternwarte gemachten Beobachtungen des Halley'schen periodischen Kometen. Sobald die Stellung des Mondes die Hoffnung, daß das neue Gestirn sichtbar sein würde, gestattete, forderte Arago die drei jungen Astronomen, welche das Längenbureau ihm zu Mitarbeitern gegeben hat, (die Herren Eugen Bouvard, Laugier und Plantamour) auf, dasselbe mit Ausdauer zu suchen. Diese jungen Leute haben ihn am 20. August gegen 2 Uhr Morgens wahrgenommen. Seitdem ist er vier Mal beobachtet worden. Sobald die Sterne, welche zur Vergleichung gedient haben, verificirt und genau bestimmt sein werden, wird Arago sich beeilen, die Rectascensionen und Declinationen des Kometen der Akademie mitzutheilen. Diese Positionen würden übrigens in diesem Augenblicke wenig geeignet sein, die Astronomen bei der Wahl der verschiedenen Elemente der Bahn zu leiten, weil alle diejenigen dieser Curven, welche man auf den Himmelskarten gezogen hat, sich in der Gegend kreuzen, die das Gestirn gegenwärtig einnimmt.

Der Komet ist noch sehr schwach; von Zeit zu Zeit glaubt man Andeutungen eines centralen Kerns zu sehen; eine Spur von Schweif ist bis jetzt nicht bemerkt worden. Nach Arago's Schätzung konnte die Nebelmasse zwei Minuten im Durchmesser haben. Wenn von jetzt an in wenigen Tagen diese Nebelmasse mit einem Kometensucher oder Nachtfernrohre sichtbar sein wird, so werden die Astronomen, und sogar die bloßen Liebhaber der Wissenschaft einfache photometrische Messungen, die Arago bereits vor einigen Jahren angegeben hat, und an deren Principien er erinnert, mit Erfolg vornehmen können. Solche Messungen scheinen zur Lösung der wichtigen Frage führen zu müssen, welche das Fehlen jeder entschiedenen Phase an mehr als 130 Kometen bis jetzt unbestimmt gelassen hat: „Sind die Kometen selbstleuchtend, oder glänzen sie, wie die Planeten, nur durch reflectirtes Sonnenlicht?“

[In dem Berichte der Sitzung vom 31. August findet sich folgende Stelle:]

Arago theilt mit, daß dieser Komet zu Paris in der letzten Woche fast alle Tage beobachtet worden ist. In Kürze wird er der Akademie das Resultat der täglichen Vergleichungen zwischen den beobachteten und den berechneten Positionen vorlegen. Das neue Gestirn nimmt schnell an Helligkeit zu. Bereits in der letzten Nacht gelang es, dasselbe in einem bloßen Nachtfernrohre etwas zu sehen. Man hofft nächstens, die ersten Versuche mit der Methode machen zu können, die Arago vorgeschlagen hat, um zu entscheiden, ob die Kometen mit eigenem Lichte glänzen.

[Am 7. September hat Arago folgende Notiz in den Bericht der Sitzung der Akademie aufgenommen:]

Boguslawski, Director der breslauer Sternwarte, theilt mit, daß er den Halley'schen Kometen am letzten 21. August beobachtet hat. Die Schwäche des Gestirns nöthigte ihn, zu den Messungen das Kreismikrometer zu verwenden.

Arago berichtet mündlich über einige Vergleichungen, welche auf der pariser Sternwarte zwischen den beobachteten und den berechneten Positionen des Halley'schen Kometen gemacht worden sind. „Die Ephemeride, lauten seine Worte, welche den Lauf des neuen Gestirns am besten darstellt, ist die von Rosenberger, die sich auf einen dem 13. November 1835 entsprechenden Durchgang durch das Perihel stützt. In Rectascension sind die Abweichungen wenig merklich, in Declination übersteigen sie 20′. Durch eine geringe Aenderung an dem Augenblicke des Durchgangs durchs Perihelium sind beide zum Verschwinden zu bringen."

Poisson macht bemerklich, daß „die Ephemeride, welche nach dem, was Arago eben gesagt hat, am besten mit den Beobachtungen übereinzustimmen scheint, auf die Resultate gegründet ist, welche Pontécoulant durch die Berechnung der Störungen erhalten hat. Aber ohne das Interesse vermindern zu wollen, mit dem man jetzt die parabolischen Elemente des Halley'schen Kometen berechnet, um sie mit denen zu vergleichen, welche verschiedene Mathematiker aus den Störungen hergeleitet haben, ist er der Ansicht, daß sich diese Elemente nur durch

Beobachtungen in der Nähe des Perihelium's, die mittelst entfernterer Beobachtungen corrigirt werden, bestimmen lassen. Für die Vergleichung, um die es sich handelt, wird es nöthig sein, elliptische Elemente anzuwenden, die merklich von den parabolischen Elementen abweichen können."

Poisson schließt mit der Erklärung der Unterschiede, die sich zwischen den von Damoiseau und von Pontécoulant ausgeführten Berechnungen der Störungen finden. „In der Arbeit, sagt er, welche den Preis der turiner Akademie erhalten hat, hatte Damoiseau anfänglich den bevorstehenden 16. November als Durchgang des Kometen durch sein Perihel festgesetzt. Nach einer späteren Rechnung hat er ihn um fast 12 Tage vorgerückt und auf den 4. November verlegt. Den von Pontécoulant berechneten Störungen zufolge soll dieser Durchgang am 13. stattfinden. Diese Unterschiede haben ihren Grund hauptsächlich in der Einwirkung der Erde, die in der Zeit von 1759 beträchtlich war, und auf welche Damoiseau in seiner ersten Arbeit nicht Rücksicht genommen hatte, und außerdem in den Massen des Jupiters, ($^1/_{1067}$ und $^1/_{1053}$ von der Masse der Sonne), welche die beiden Mathematiker angewandt haben."

[Poisson zeigte am 21. September an, daß, nachdem Pontécoulant seine Berechnungen der Störungen unter Zugrundlegung der neuerlichst angenommenen Masse der Erde anstatt der von ihm früher benutzten verbessert, sich aus den neuen Rechnungen ergeben hat, daß der aus diesen Störungen folgende Durchgang durch das Perihel, den er anfangs auf den 13. November festgesetzt hatte, um einen Tag weiter zurück, also auf den 14. verlegt werden müsse. Man wird weiterhin sehen, daß die Beobachtungen für den Durchgang durchs Perihel den 16. November gegeben haben.

An demselben Tage, am 21. September hat Arago die folgende Notiz veröffentlicht:]

Arago berichtet mündlich über die letzten in Paris angestellten Beobachtungen des Kometen. „Am 17. September betrugen die Differenzen zwischen Rosenberger's Ephemeride und dem beobachteten Orte 45′ in Rectascension und 56′ in Declination. Arago führt an, daß die drei jungen Astronomen, Eugen Bouvard, Laugier und Plantamour,

welche unter seiner Leitung das neue Gestirn täglich mit großem Eifer verfolgen, nicht ermangeln werde, seiner Zeit der Akademie die Resultate ihrer Arbeit mitzutheilen."

Arago gibt dann einen Auszug aus einem Briefe, den er von Valz in Nimes empfangen hat. Dieser Astronom sah den Kometen am 24. August zum ersten Male. Seitdem hat er ihn sehr eifrig verfolgt. Seine über einen Zeitraum von 16 Tagen vertheilten Beobachtungen haben ihm hinreichend geschienen, um die Elemente der Ellipse zu bestimmen, welche dies Gestirn gegenwärtig zu beschreiben scheint. Er hat folgende gefunden:

Durchgang durchs Peribel, 1835, November	15,6
Länge des Perihels	304° 31′
Länge des Knotens	55 5
Neigung	17 27
Excentricität	0,967391
Angenommene halbe große Axe	17,9879

Valz hält diese Elemente für sehr nahe richtig; er würde nur in Bezug auf die Neigung der Bahn eine Unsicherheit von einigen Minuten zuzulassen geneigt sein. Die merklichen Differenzen, welche man zwischen den vorstehenden Elementen und den von Pontécoulant berechneten findet, lassen ihn fürchten, daß sich in die sehr langen, mühseligen und umständlichen Berechnungen der Störungen einige Fehler eingeschlichen haben. Bei Gelegenheit der Größen, welche in diesen Rechnungen absichtlich vernachlässigt wurden, behauptet Valz, jedoch ohne das Verfahren anzudeuten, welches ihn zu diesem Resultate geführt hat, daß die Wirkungen der Venus und des Mars zusammen die Dauer der gesammten Umlaufszeit um sechs Tage vermindern!

Valz gibt an, sich überzeugt zu haben, daß seine eigenen Beobachtungen nicht durch eine bloße Aenderung des Augenblicks, in welchem der Komet durch sein Perihelium geht, dargestellt werden können. Daher scheinen ihm die auf die Unveränderlichkeit der anderen Elemente gegründeten Bestimmungen kein Zutrauen zu verdienen. Was die erste Beobachtung Dumouchel's betrifft, so hält er sie für ungenau.

[Bouvard, der in der Sitzung gegenwärtig ist, unterbricht in diesem Augenblicke Arago in seinem Berichte, und sagt, daß Dumouchel seine erste Beobachtung nochmals berechnet, und in der That merkliche Correctionen, sowohl an der Declination als auch an der Rectascension angebracht hat.]

Der Brief von Valz enthält einige Betrachtungen über die mögliche Existenz eines jenseits des Uranus befindlichen Planeten, der einen fast drei mal so großen Abstand von der Sonne als der Halley'sche Komet haben, und sich von drei zu drei Erscheinungen dieses letzteren Gestirns durch Störungen von gleichem Betrage kund geben soll.

Valz empfiehlt endlich den Astronomen die Messungen der Nebelhülle des gegenwärtigen Kometen. Seit seinen ersten Untersuchungen hat er sich überzeugt, daß diese Himmelskörper sich nicht alle beim Annähern an die Sonne zusammenziehen; es gibt, wie er sagt, auch solche, die sich im Gegentheil ausdehnen! Nach gewissen Merkmalen, die Valz für den Augenblick nicht zur Kenntniß bringt, würde der Halley'sche Komet zu der letzten Klasse gehören.

Die Akademie hat in dieser Sitzung auch eine Notiz von Schumacher erhalten, woraus man sieht, daß eine am 25. August in Königsberg gemachte Beobachtung des Kometen für den Durchgang durchs Perihel den 16,045 November geben würde; die Rechnung ist aber in der nach Valz unzulässigen Voraussetzung geführt, daß die anderen Elemente keiner Correction bedürfen.

[Der Bericht der Sitzung vom 19. October enthält die folgende Notiz:]

Herr v. Pontécoulant hat in folgenden Ausdrücken auf die in Valz' Brief (S. 427) angeführte Behauptung, daß die Anziehungen des Mars und der Venus auf die Ankunft des Halley'schen Kometen einen merklichen Einfluß haben ausüben können, geantwortet:

„In meiner Abhandlung sagte ich: „Wir haben uns versichert, daß die anderen Planeten (Venus und Mars) auf den Lauf des Kometen keinen merklichen Einfluß haben werden." Die Kleinheit der Masse des Mars gestattet nicht zu glauben, daß seine Einwirkung die Zeit des Durchganges um einen Tag ändern könne; was aber den

Einfluß der Venus, die 1759 dem Kometen sehr nahe gestanden hat, anlangt, so habe ich durch die Rechnung gefunden, daß die ziemlich beträchtlichen Aenderungen in Mehr und in Weniger, welche daraus für die mittlere Bewegung hervorgehen, sich dergestalt compensiren, daß die Gesammtänderung ganz unbedeutend ist. Diese Rechnung ist vor einem halben Jahre dem Längenbureau vorgelegt worden."

Was die Idee anlangt, wonach jenseits des Uranus ein Planet existiren soll, dessen Einfluß die Ursache gewisser Abweichungen zwischen den Resultaten der Rechnung und der Beobachtung sein würde, so bemerkt Pontécoulant, daß es, bevor man an diesen neuen Körper dächte, gut sein würde, sich zu versichern, daß in der That im Gange des Kometen irgend eine Anomalie zu erklären übrig bliebe; wenn aber bis jetzt, sind seine Worte, irgend etwas zum Erstaunen berechtigt, so ist dies die wahrhaft außerordentliche Uebereinstimmung der wirklichen Bahn mit der berechneten.

[In eben dieser Sitzung vom 19. October hat Arago in folgender Weise über einige physische Aenderungen, die am Kopfe des Halley'schen Kometen eingetreten waren, berichtet:]

Als am letzten Donnerstage, den 15. October, gegen 7 Uhr Abends wahrer Zeit Arago das mit einer starken Vergrößerung versehene große Fernrohr des Observatoriums auf den Kopf des Kometen richtete, bemerkte er an ihm, ein klein wenig südlich von dem dem Schweife diametral entgegengesetzten Punkte, einen von zwei nach dem Mittelpunkte des Kerns gerichteten Linien eingeschlossenen Sector, dessen Licht merklich die Helligkeit der ganzen übrigen Nebelhülle übertraf. Die beiden Strahlen, welche diesen Sector einschlossen, waren ziemlich gut begrenzt, aber schwach. Man mußte, um sie wahrzunehmen, sich eines den praktischen Astronomen wohl bekannten Kunstgriffes bedienen, nämlich dem Fernrohre eine leichte Oscillationsbewegung ertheilen. Da die Existenz dieses Sectors zu einem sicheren Schlusse über die wichtige Frage einer Rotationsbewegung der Nebelhülle führen zu können schien, so hielt es Arago für nöthig, sich durch alle möglichen Mittel zu überzeugen, daß die Erscheinung keine Täuschung war. Er untersuchte dieselbe daher mit verschiedenen Vergrößerungen, mit verschiedenen Fernröhren; sie blieb aber stets sichtbar.

Mathieu und die jüngern Astronomen, Eugen Bouvard, Laugier und Plantamour, überzeugten sich gleichfalls von ihrer Wirklichkeit.

Am folgenden Tage, Freitag den 16. October, fand man nach dem Untergange der Sonne von dem hellen Sector an der Stelle, wo er sich am Donnerstage gezeigt hatte, keine Spur mehr; dagegen war in einem anderen Theile der Nebelhülle, und zwar dies Mal nördlich von dem der Axe des Schweifes diametral gegenüber liegenden Punkte, ein neuer Sector entstanden. Dieser schien sogleich wegen seiner ungemeinen Helligkeit und wegen der vollkommenen Schärfe der beiden Radien, die ihn begrenzten, und wegen seiner großen Oeffnung, die sicherlich über 90° betrug, neu genannt werden zu müssen. A. v. Humboldt und Mathieu hatten sich bei diesen Beobachtungen zu uns gesellt.

Im Laufe des Abends dieses Tages (Freitag den 16. October um 8 Uhr) versuchte Arago in Verbindung mit den jüngern Astronomen des Observatoriums die wahre Amplitude dieses Sectors und seine Lage zu bestimmen.

Sonnabend den 17. October wurden zu gleicher Stunde dieselben Beobachtungen wiederholt. Der Sector existirte noch; seine Form und Richtung schien nicht merklich verändert, aber das Licht war schwächer, als der Zustand der Atmosphäre erwarten ließ.

Sonntag den 18. schien bei einem Himmel von wahrhaft merkwürdiger Reinheit das Licht des Kometen und seines Schweifes, im Ganzen betrachtet, in Vergleich zu der Helligkeit am Freitage eine sehr merkliche Schwächung erlitten zu haben. Arago führt an, daß in Bezug auf diesen schwierigen Punkt seine Ansicht durch die einstimmige und vollkommen entschiedene Aeußerung der Herren v. Humboldt, Mathieu, Eugen Bouvard und Plantamour bekräftigt wird. Die Schwächung des Sectors selbst ergibt sich außerdem mit noch größerer Evidenz aus den Schwierigkeiten, auf die man bei der Bestimmung seiner Lage, seiner Winkelöffnung und seiner geradlinigen Dimensionen mittelst verschiedener an das Fernrohr des Aequatoreals angebrachter Mikrometer stieß.

Arago erklärt, daß er heute diese mündliche Mittheilung der Akademie besonders deshalb mache, um die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sehr sonderbare physische Veränderungen zu lenken, die

ihnen entgehen würden, wenn sie wie sonst sich begnügten auf den gegenwärtigen Kometen nur mit schwachen Vergrößerungen versehene Fernröhre zu richten. Uebrigens, fügte er hinzu, werde ich nicht ermangeln, sowohl die Resultate der neuen Beobachtungen, welche der Zustand des Himmels uns auszuführen gestatten wird, als auch die Folgerungen, die sich daraus werden herleiten lassen, sobald sie einige Sicherheit haben, zur Kenntniß zu bringen.

[Am 26. October hat Arago den Bericht über die an dem Halley'schen Kometen eingetretenen physischen Veränderungen fortgesetzt:]

Das Wetter ist nicht günstig gewesen: ein bedeckter Himmel hat während mehrerer auf einander folgender Tage das Gestirn den Augen der Astronomen ganz entzogen. Die Frage, durch welche Umwandlung die neblige Materie aus einer gewissen Weise von Zusammenballung in eine andere übergegangen ist, wird daher nicht mittelst der pariser Beobachtungen allein gelöst werden können. Man muß unvermeidlich auch diejenigen, welche, wie zu hoffen steht, an anderen Orten gemacht sein werden, zu Hülfe nehmen.

Wir haben oben gesehen, daß Donnerstag den 15. October ein heller Sector in einem gewissen Theile des Kopfes des Halley'schen Kometen sich zeigte; daß am folgenden Tage, am 16., dieser Sector verschwunden war, und ein anderer hellerer, weiterer und längerer sich an einer anderen Stelle gebildet hatte; daß dieser zweite Sector am 17. beobachtet wurde und bereits weniger hell erschien; daß am 18. diese Schwächung äußerst auffallend war. Von da an bis zum 21. ist der Komet bedeckt gewesen. An diesem Tage bemerkte man um 6¾ Uhr in der Nebelmasse drei verschiedene Sectoren. Der schwächste und schmälste von ihnen lag in der Verlängerung des Schweifes. Am 23. October war von Sectoren keine Spur mehr vorhanden; der Komet hatte sich dermaßen in seinem Aussehen geändert, der bis dahin sehr glänzende deutliche und gut begrenzte Kern war dermaßen breit und verwaschen geworden, daß man an die Wirklichkeit einer so großen und so plötzlichen Veränderung erst glaubte, nachdem man sich überzeugt hatte, daß keine Feuchtigkeit weder das Ocular noch das Objectiv bedeckte. Der Kern nahm vielleicht, ebenso

wie in den vorhergehenden Tagen den Mittelpunkt der Nebelhülle ein; die östliche Region dieser Nebelhülle war aber sicherlich viel heller als der entgegengesetzte Theil.

Sobald der Komet erschienen, hatte Arago auf eine photometrische Methode aufmerksam gemacht, die richtig angewandt zur Entscheidung führen zu müssen schien, ob diese Gestirne ihr Licht der Sonne entlehnen oder ob sie selbstleuchtend sind. Diese Methode hatte das Besondere, daß sie nicht erforderte, daß das Volumen des Kometen constant blieb: es genügte, daß die Veränderungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit erfolgten. In dieser Beziehung befindet sich nun aber der Halley'sche Komet in einem dergestalt exceptionellen Falle, seine Intensitätsänderungen sind so plötzlich, so unerwartet, so sonderbar, daß es eine große Verwegenheit sein würde, den Versuch zu machen, aus Beobachtungen, welche unter den gewöhnlichen Umständen sicherlich zum Ziele führen würden, irgend eine genaue Folgerung zu ziehen. Arago hat also für dies Mal darauf verzichtet, aber gleichzeitig versucht das Problem mittelst der Eigenschaften des polarisirten Lichtes zu lösen. Einige sehr kurze Erläuterungen werden dies letztere Untersuchungsverfahren begreiflich machen.

Alles directe Licht theilt sich beim Durchgange durch einen doppeltbrechenden Krystall stets in zwei Bündel von gleicher Intensität; jedes durch Spiegelung zurückgeworfene Licht gibt dagegen in gewissen Lagen des Krystalles, durch welchen man es hindurchgehen läßt, zwei ungleich helle Bilder, vorausgesetzt, daß der Reflexionswinkel nicht 90° betragen hat. Der Theorie nach scheint also Nichts leichter, als das directe Licht von dem reflectirten zu unterscheiden. In der Anwendung macht sich dies aber anders: unter gewissen Reflexionswinkeln ist bei verschiedenen Körpern, und unter allen Winkeln bei gewissen anderen Beschaffenheiten der Körper der Intensitätsunterschied der beiden Bilder für unsere Organe unwahrnehmbar. Es muß hinzugefügt werden, daß blos die regelmäßig reflectirten Strahlen auf diese Weise im Acte der Reflexion ihre Natur ändern (polarisirt werden); daß dagegen diejenigen Strahlen, welche, nachdem sie sich so zu sagen mit der Substanz der Körper identificirt haben, diese Substanz von allen Seiten sehen lassen, mit dem directen Lichte die Eigenschaft be-

sitzen, stets zwei sehr nahe gleiche Bilder zu geben; und daß endlich in den meisten Fällen, und besonders wenn es sich um Himmelskörper handelt, das regelmäßig reflectirte oder gespiegelte Licht, das in unser Auge gelangt, ein so kleiner Theil des gesammten Lichtes ist, daß man kaum hoffen darf, irgend einen Unterschied zwischen den beiden Theilen des gespaltenen Bündels wahrzunehmen. Indeß gelang es Arago mittelst verschiedener Vorkehrungen, deren Details hier ohne Interesse sein würden, einen geringen Intensitätsunterschied zwischen den beiden Bildern des glänzenden Kometen von 1819 zu erkennen. (Vergl. das diesem Kometen gewidmete Kapitel S. 445.)

Wir haben so eben erwähnt, daß der Unterschied der beiden Bilder des Kometen von 1819 sehr schwach hervortrat; daher war es, trotzdem daß A. v. Humboldt, Bouvard und Mathieu bei Anwendung des Arago'schen Apparates zu demselben Resultate gelangten, doch wünschenswerth, daß die daraus sich ergebende wichtige astronomische Folgerung nicht einzig und allein auf eine schwache Ungleichheit in der Helligkeit gegründet würde: die Irrthümer, die man bei solchen Schätzungen in den Arbeiten der berühmtesten Physiker findet, sind Jedermann bekannt.

Arago änderte deshalb seinen ersten Apparat dahin ab, daß die ursprüngliche Ungleichheit der Bilder in eine Farbenverschiedenheit verwandelt wurde; dadurch mußte man anstatt eines starken und eines schwachen Bildes für gewisse Stellungen ein rothes und ein grünes, für andere Stellungen ein gelbes und ein violettes Bild u. s. f. erhalten, dergestalt, daß während das eine Bild alle prismatischen Farben durchlief, das andere stets die complementären Nüancen annahm. Wir wollen hier nicht von den Versuchen reden, wodurch man gefunden hat, daß ein geringer Intensitätsunterschied sich weniger leicht erkennen läßt als der entsprechende Farbenunterschied; dagegen werden wir auf die Erwägung, deren Richtigkeit Jedem einleuchten wird, Gewicht legen, daß ein Farbenunterschied ein unzweideutiges Phänomen ist, das keinen Zweifel im Geiste übrig läßt, während viel daran fehlt, daß man dasselbe von einer sehr geringen Ungleichheit in der Helligkeit sagen könnte.

Als Arago am 23. dieses Monats seinen neuen Apparat zur

Beobachtung des Halley'schen Kometen anwandte, sah er sogleich zwei Bilder, welche complementär gefärbt waren, das eine grün, das andere roth. Drehte er das Fernrohr um einen Halbkreis um seine Axe, so wurde das rothe Bild grün und umgekehrt. Sonach war also das Licht des Gestirns wenigstens nicht ganz und gar aus Strahlen gebildet, welche die Eigenschaften des directen, eigenen oder assimilirten Lichtes besaßen: es fand sich darunter durch Spiegelung reflectirtes oder polarisirtes, d. h. schließlich von der Sonne stammendes Licht.

Die Herren Bouvard, Mathieu und der Eleve an der Sternwarte Eugen Bouvard wiederholten den eben beschriebenen Versuch; das Resultat war genau dasselbe. „Es gereichte mir, setzt Arago zum Schluß seiner mündlichen Mittheilung hinzu, zur Genugthuung, mich auf die eben angeführten Zeugnisse berufen zu können, die, wie ich hoffe, dazu beitragen werden, die Folgerung aus meiner Beobachtung annehmen zu lassen, daß nämlich die Kometen, ebenso wie die Planeten, ihr Licht von der Sonne entlehnen."

[Endlich hat Arago am 9. November die folgende Notiz veröffentlicht:]

Valz schreibt, daß er nach zwei Monate hindurch fortgesetzten eifrigen Beobachtungen, bis auf eine Aenderung von 20′ in der Neigung der Bahn fast dieselben Elemente für den Halley'schen Kometen wieder findet, die er anfänglich aus einem nur die kurze Periode von 16 Tagen umfassenden Bogen hergeleitet hatte. Seine zuletzt erhaltenen Elemente sind:

Durchgang durchs Perihel 1835, November 15,933, mittlere Zeit in Nimes, von Mittag an gezählt.

Länge des Perihels	304° 30′
Länge des Knotens	55 6
Neigung	17 47
Excentricität	0,967391
Angenommene halbe große Axe . .	17,9879

In dem Briefe, von welchem S. 427 ein Auszug gegeben wurde, behauptete Valz, daß die vereinigten Wirkungen der Venus

und des Mars die Dauer der Umlaufszeit des Halley'schen Kometen um 6 Tage verringern müßten. Die Mathematiker und Astronomen zeigten sich sehr wenig geneigt, dies Resultat anzunehmen. Man hat S. 428 sehen können, wie Pontécoulant es dann bestritt, indem er sich auf directe Rechnungen stützte. Valz erwiedert nun, daß er um so mehr sich berechtigt geglaubt habe, das so stark angefochtene Resultat zu citiren, als Schumacher dasselbe vor einem halben Jahre in Nr. 276 der astronomischen Nachrichten ohne irgend einen Einspruch aufgenommen hat; daß die bestrittenen sechs Tage ebenfalls die Folgerung aus einer directen Rechnung sind; daß endlich, wenn ein Irrthum verliegt, man sich an Rosenberger und nicht an ihn zu halten habe.

Nach Empfang des Briefes von Valz haben wir uns Nr. 276 der astronomischen Nachrichten von Schumacher verschafft; denn durch ein eigenthümliches Mißgeschick war dieselbe weder bei der Akademie noch bei der Sternwarte eingegangen. In der That finden wir darin eine Abhandlung von Rosenberger, welche mit den nachstehenden großgedruckten Folgerungen schließt:

„Es ergibt sich hieraus, daß zwar die Einwirkung der Erde auf den Kometen seine nächste Wiederkehr zum Perihelio um etwa $15^2/_3$ Tage beschleunigt, wie schon Damoiseau und Pontécoulant gefunden haben (die Rechnung des ersteren gibt 12,33, die des letzteren 15,05 Tage, vid. Conn. des temps für 1832 und 1833), daß aber auch die Venus eine Beschleunigung dieser Wiederkehr von ungefähr $5^1/_3$ Tagen und Mercur und Mars zusammengenommen gleichfalls eine Beschleunigung von fast einem ganzen Tage hervorbringen."

Poisson bemerkt, daß wenn die Rechnungen Rosenberger's richtig sind, ein ziemlich beträchtlicher Unterschied zwischen dem beobachteten und dem berechneten Durchgange durchs Perihelium vorhanden sein würde, und daß dann die Wahrscheinlichkeit zu Gunsten von Pontécoulants Resultaten spräche.

Arago schließt sich gern der Meinung Poisson's an; aber nicht weniger beharrt er, wenn er das ausgezeichnete Verdienst Rosenberger's in Betracht zieht, bei der Ansicht, daß hier ein Grund für eine

28 *

ernstliche Prüfung vorliege. Herr v. Pontécoulant, dem Arago die Abhandlung des deutschen Mathematikers zustellen wird, vermag vielleicht schnell die Quelle des Fehlers zu entdecken. Uebrigens, setzt Arago hinzu, lassen sich nach Encke's Arbeit im Allgemeinen, sei es wegen des Widerstandes des Aethers oder auch wegen noch unbekannter Ursachen, merkliche Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des einen oder des anderen Kometen erwarten.

Poisson glaubt nicht, daß eine zwei- und selbst dreimalige Wiederkehr eines Kometen mit langer Umlaufszeit zu seinem Perihelium zur Bestimmung der Wirkung des Aetherwiderstandes genüge, weil außer dem Coefficienten dieses Widerstandes auch die Correction der mittleren täglichen Bewegung zur Zeit der zweiten Erscheinung sehr genau bekannt sein muß.

Arago macht noch die Bemerkung, daß, wenn Rosenberger's Rechnungen richtig wären, der beobachtete Halley'sche Komet in seinem Laufe merklich weniger vorgerückt sein würde, als der berechnete; der Widerstand des Aethers würde nun aber die gerade entgegengesetzte Wirkung hervorbringen. Nimmt man Pontécoulant's Resultat an, so ist die Abweichung geringer, jedoch in demselben Sinne. Was also den Halley'schen Kometen anbetrifft, so würde man nicht zu dem Aether seine Zuflucht nehmen können, um die gegenwärtigen Differenzen zwischen der Theorie und der Beobachtung zu erklären. Sind übrigens in Wirklichkeit Differenzen vorhanden?

[In dem Annuaire des Längenbureau für 1836 hat Arago die Resultate zusammengestellt, welche durch die während der letzten Erscheinung des Halley'schen Kometen gemachten Beobachtungen erhalten worden sind. Dieser Aufsatz ist fast ganz in die populäre Astronomie (Buch 17, Kap. 6, 20 und 23) aufgenommen worden; bloß die folgenden Stellen fehlen dort.]

Wirkung des Widerstand des Aethers auf den Zeitpunkt des Durchgangs durchs Perihel. — Den Rechnungen zufolge, nach welchen der Durchgang des Kometen am 13. November eintreten sollte, würde der Umlauf, der sich vor unseren Augen so eben vollendet, erlitten haben

eine Vermehrung	durch die Wirkung des Jupiter um	135,34	Tage.
eine Verminderung	durch die Wirkung des Saturn um	51,53	„
	durch die Wirkung des Uranus um	6,07	„
	durch die Wirkung der Erde um	11,70	„
Die gesammte Störung fände sich also reducirt auf eine Vermehrung um		66,04	„

Da die stärkste vom Jupiter herrührende Störung des Kometen, und das Verhältniß der Masse dieses Planeten zur Masse der Sonne das hauptsächlichste Element der Rechnung bildet, so wird man ohne Mühe begreifen, daß die geringste Aenderung in dem Werthe dieses Verhältnisses das Endresultat merklich modificiren muß.

Als Pontécoulant den 13. November für den Tag des Durchgangs des Halley'schen Kometen durch sein Perihel im Jahre 1835 erhielt, hatte er mit den meisten Astronomen angenommen, daß 1054 dem Jupiter gleiche Kugeln erforderlich wären, um eine der Sonne gleiche Masse zu bilden. Neuere Beobachtungen haben gezeigt, daß man nur 1049 nöthig haben würde. Diese geringe Vermehrung der Jupitersmasse verlegt aber den Durchgang des Halley'schen Kometen vom 13. auf den 16. November. Der Unterschied zwischen der Rechnung und der Beobachtung würde kaum noch einen halben Tag auf 76 Jahre betragen.

Diese bewundernswürdige Uebereinstimmung hat Zweifel erregt, die nicht gänzlich zerstreut worden sind. Man hat gesehen, daß Pontécoulant rücksichtlich der Störungen nur die vom Jupiter, Saturn, Uranus und der Erde erzeugten in Rechnung gezogen hat; dagegen hat der deutsche Astronom Rosenberger angegeben, daß die als unmerklich vernachlässigten Einwirkungen der Venus, des Merkur und des Mars eine Beschleunigung von $6^1/_3$ Tagen erzeugen können, wovon $5^1/_3$ Tage auf den Einfluß der Venus und 1 Tag auf die vereinigten Wirkungen des Mars und Merkur kommen. Der französische Geometer beharrt bei seiner Behauptung, daß die Wirkungen der Venus in Mehr und Weniger sich vollständig compensiren, daß Mars wegen seiner Kleinheit nicht um einen Tag den Zeitpunkt des Durchgangs des Kometen durch sein Perihel ändern könne, und daß es sich ebenso mit Merkur verhalte.

Diese Schwierigkeit wird nur mittelst sehr langer umständlicher numerischer Rechnungen gehoben werden können. Uebrigens muß man sich wohl erinnern, daß die streitige Frage definitiv folgende ist: hat die auf die Theorie der allgemeinen Attraction gegründete Störungsrechnung den Augenblick des Durchgangs des Halley'schen Kometen durch sein Perihel bis auf einen Tag oder nur bis auf eine Woche genau gegeben?

Die häufige Wiederkehr eines anderen Kometen (des Kometen mit kurzer Umlaufszeit) zu seinem Perihel (s. oben S. 412 ff.) hat vor nicht langer Zeit in dem Gange dieses Gestirns eine Störung entdecken lassen, welche die Aufmerksamkeit der Astronomen und Geometer im höchsten Grade auf sich gezogen hat. Die mittlere Dauer eines ganzen Umlaufs dieses kleinen Kometen hat sich, nach Abzug der durch die Wirkung der Planeten, in deren Nähe ihn successive sein Lauf geführt hat, verursachten Störungen zufolge Encke's Untersuchungen ergeben:

von 1786 bis 1795 zu . . . . 1208,112 Tagen.
von 1795 bis 1805 zu . . . . 1207,879 „
von 1805 bis 1819 zu . . . . 1207,424 „

Der Zuwachs an Geschwindigkeit ist, wie man sieht, klein, aber offenbar. Man hat bis jetzt nur eine plausibel erscheinende Ursache dafür gefunden: sie besteht in der Annahme, daß der Aether, daß die äußerst dünne gasförmige Substanz, womit die Himmelsräume erfüllt sind, der Bewegung des Kometen mit kurzer Umlaufszeit einen merklichen Widerstand entgegensetzt.

Man hatte gehofft, daß der jüngste Durchgang des Halley'schen Kometen durch sein Perihel, verglichen mit dem Durchgange von 1759 einige neue Aufklärungen über die wichtige kosmologische Frage eines Widerstandes seitens des Aethers liefern würde; es möchte aber voreilig sein, sich in diesem Punkte auf irgend eine ernsthafte Discussion einzulassen, so lange die oben angeregten Zweifel in Betreff der durch die kleineren Planeten erzeugten Störungen nicht beseitigt sind. Man muß sogar hinzusetzen, daß bei den ungeheuren Rechnungen zur Bestimmung der Aenderungen, welche die verschiedenen Elemente der Bahn des

Halley'schen Kometen erlitten haben, von jetzt an eine Menge kleiner Größen in Betracht gezogen werden müssen, die einzeln genommen zu vernachlässigen sind, deren Gesammtheit aber das Schlußresultat in merklicher Weise ändern kann. Ich werde mich begnügen, in dieser Beziehung die eine Bemerkung zu machen, daß die gegenwärtigen Differenzen zwischen der Theorie und der Beobachtung, mag man Pontécoulant's Rechnungen annehmen oder Rosenberger's Arbeit den Vorzug geben, nicht von dem Widerstande des Aethers würden herrühren können.

Was kann in der That das unmittelbare Resultat der Einwirkung eines widerstehenden Mittels auf einen in demselben sich bewegenden Kometen sein? Eine Verminderung in seiner Geschwindigkeit oder in seiner Centrifugalkraft. Nun, eine Verminderung der Centrifugalkraft würde einer Vermehrung der anziehenden Kraft der Sonne gleichbedeutend sein; diese Vermehrung würde aber ihrerseits eine Annäherung des Kometen an die Sonne, eine Verkleinerung der Dimensionen der ursprünglichen Bahn zur Folge haben. Nach dem dritten Keppler'schen Gesetze bewegen sich die Himmelskörper mit um so größerer Geschwindigkeit, je kleiner die Halbmesser der von ihnen durchlaufenen Curven sind; wenn der Halley'sche Komet also einen widerstehenden Aether durchdrungen hätte, so würde er früher sein Perihel von 1835 erreicht haben, als wenn er sich im leeren Raume bewegt hätte. Nach Rosenberger ist nun aber im Gegentheil das beobachtete Gestirn um sechs Tage gegen die Resultate der Rechnungen, die auf das Vorhandensein eines solchen widerstehenden Mittels, wie des Aethers, gar keine Rücksicht nehmen, zurück. Der von Pontécoulant gefundene Unterschied, obwohl er viel kleiner ist, liegt in demselben Sinne. Bis jetzt hat also die letzte Erscheinung des Halley'schen Kometen zu unseren Kenntnissen über die physische Constitution der Himmelsräume Nichts hinzugefügt.

Ueber ältere Erscheinungen des Halley'schen Kometen. — Man hat behauptet, daß die Kometen vom Jahre 134 und 52 v. Chr., ebenso wie die vom Jahre 400, 855, 930, 1006, 1230, 1305 und 1380 n. Chr. Erscheinungen des Halley'schen Kometen gewesen sind. Diese Identität ist nichts weniger als bewiesen,

weil man kein Mittel hat, die parabolischen Elemente eines Gestirns zu bestimmen, wenn die Geschichtschreiber nicht gesagt haben, durch welche Reihe von Sternbildern es seinen Lauf genommen hat. Jedenfalls würde die Identität aller dieser Kometen, selbst wenn man sie annähme, nicht so bestimmt, wie man voraussetzt, auf eine allmäliche Abnahme in der Intensität des Lichtes des Gestirns hinweisen.

Was läßt sich z. B. daraus schließen, wenn die Chronik von sainte Maxence berichtet, daß man im Jahre 855 zwanzig Tage lang einen Kometen gesehen habe? Es ist nach dem, was man bei Dubrav findet auch nichts Bestimmtes über die scheinbare Größe des 1230 sichtbar gewesenen Kometen auf uns gelangt.

Die Chroniken gedenken auch eines großen Kometen, der sich im Jahre 1305 um Ostern zeigte; er hatte einen langen Schweif; gewisse Geschichtschreiber nennen ihn cometa horrendae magnitudinis; dies würde sich aber um so schwieriger genau in Grade übersetzen lassen, als die Pest, welche ausbrach, ohne Zweifel dazu beitrug, das Gestirn in den Augen des Publicums zu vergrößern. Endlich kann man aus den Beobachtungen eines Kometen, der im November 1380 in Japan und Europa gesehen wurde, Nichts schließen; er war ohne Zweifel nicht sehr auffallend, weil nur wenige Geschichtschreiber von ihm reden.

Der Halley'sche Komet hat im Jahre 1835 keinen Einfluß auf die Temperatur der Erdoberfläche ausgeübt. — Gestützt auf eine strenge Zusammenstellung der Beobachtungen der Astronomen und Meteorologen habe ich (Populäre Astronomie Bd. 4. S. 501 ff.) bewiesen, daß weder der berühmte Komet von 1811, noch irgend ein anderer bekannter Komet auf der Erde jemals die kleinste wahrnehmbare Aenderung im Gange der Jahreszeiten hervorgebracht hat. Ich hatte mich bemüht, Gruppen von Beobachtungen zusammenzustellen und Mittelwerthe zu benutzen, um meine Resultate von dem Einflusse der zufälligen Umstände zu befreien. Jetzt hält man mir nun ein isolirtes Factum entgegen: man führt die Monate October und November 1835 an, und will die milde Witterung, deren sich das nördliche Frankreich acht Wochen lang erfreut hat, dem Einflusse des Halley'schen Kometen zuschreiben!

Der Einwand ist in Wahrheit nicht gewichtig, und wenn ich in Verlegenheit bin, so ist es wegen der Wahl unter zehn gleich schlagenden Antworten.

Um zunächst zu zeigen, wie wenig es den Regeln einer gesunden Logik gemäß ist, zwei isolirte Erscheinungen aus dem einzigen Grunde, weil sie gleichzeitig eingetreten sind, als Ursache und Wirkung zu betrachten, würde ich einerseits October- und Novembermonate anführen können, die noch milder gewesen sind als die von 1835, ohne daß in ihnen Kometen sichtbar waren; andererseits würden sich in anderen Jahren, wo glänzende Kometen über dem Horizonte standen, eben diese Monate als sehr kalt nachweisen lassen. Um indeß noch directer auf das Ziel loszugehen, will ich hervorheben, daß während gegen Ende des Jahres 1835 Paris sich einer sehr milden Temperatur erfreute, es im südlichen Frankreich außerordentlich kalt war, was nach der von mir bekämpften Ansicht unvermeidlich zu der Folgerung führen würde, daß der Komet, je nach der Lage der Orte, die Temperatur erhöhen oder erniedrigen müßte.

Ich setze ferner hinzu, daß in dem Augenblicke, wo ich diese Zeilen schreibe, wo die so lebhafte Kälte des December sich zeigt, der Komet immer noch sichtbar ist, obgleich das Publicum kaum mehr an ihn denkt; daß er sogar bei dem Durchgange durch sein Perihelium eben erst so stark als möglich erhitzt worden ist. Man würde also annehmen müssen, daß der Komet den Horizont von Paris erwärmte, als er kalt war, und ihn dagegen erkaltete, nachdem er selbst erwärmt worden war.

Wenn ich nicht aus Erfahrung wüßte, daß man in der Meteorologie fast nur unverbesserliche Nachahmer des berühmten Abbé Vertot, d. h. Leute, deren Ansicht unwiderruflich feststeht, anträfe, so würde ich wohl einiges Zutrauen zu der überzeugenden Kraft der von mir entwickelten Beweisgründe haben.

III.

Kritik einiger Hypothesen über die Wärme der Kometen und über die Natur ihres Schweifes *).

Die genfer Bibliothèque universelle hat im September 1816 aus den Transactions der literarischen und philosophischen Gesellschaft in New-York eine Abhandlung Williamson's über die Kometen übersetzt, die nicht ohne einige Bemerkungen bleiben darf.

Williamson's Ansichten sind: 1) daß die Kometen niemals an irgend einer Stelle ihres Umlaufs einen höheren Wärmegrad annehmen; 2) daß ihr Schweif durchaus nicht eine entzündete Materie ist, sondern die Atmosphäre des Kometen selbst, welche durch den Stoß der Sonnenstrahlen hinter den Kern getrieben worden; 3) daß aller Wahrscheinlichkeit nach diese Himmelskörper bewohnt sind.

Den Beweis für sein erstes Princip glaubt Williamson in der Kälte zu finden, der man auf hohen Bergen, selbst in der heißen Zone ausgesetzt ist, wenn die Luftschicht, bis zu welcher man sich erhoben hat, hinreichend dünn ist: dieser Thatsache zufolge würde seiner Ansicht nach ein von keiner Atmosphäre umgebener Körper durch die Sonne niemals stark erhitzt werden können, welches auch sein Abstand von diesem Gestirn sein möge. Ein Blick in Saussure's Reise, in Humboldt's Pflanzengeographie würde ihm eine so seltsame Behauptung erspart haben. Unter der Annahme, daß die Wärme sich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates des Abstandes von der Sonne ändert, fand Newton, daß der Komet von 1680 bei seinem Durchgange durch das Perihel eine zweitausend Mal stärkere Hitze als die eines rothglühenden Eisens erlangen mußte. „Man hat aber, sagt Williamson, berechnet, daß eine rothglühende Kugel von der Größe unserer Erde 50000 Jahre gebrauchen würde, um zu erkalten; wenn daher der Komet, der ebenso groß war wie unsere Erde, sich ebenso langsam wie das Eisen abgekühlt hätte, so würde er 50000 Jahre nöthig gehabt haben, um zu erkalten. . . . . Indeß verschwand dieser Komet

*) 1816 in den Annales de chimie et de physique Bd. 3. S. 267 veröffentlichte Notiz.

nach ungefähr drei Monaten an einer Stelle, wo man ihn sicherlich hätte wahrnehmen müssen, wenn er sein Licht behalten hätte.“ Der Verfasser sagt uns nicht, auf welche Beobachtungen er seine Behauptung, daß der Komet von 1680 so groß wie die Erde war, stützt. Die Astronomen wissen, daß die Messung des sogenannten Kerns großer Unsicherheit unterliegt, und daß dieser Theil des Gestirns von dem übrigen Theile der Nebelhülle sich nur durch eine größere Helligkeit unterscheidet. Welchen Nutzen kann man überdies aus den Gesetzen ziehen, die Newton aus Versuchen an einem glühenden Metalle hergeleitet hatte, wenn es sich darum handelt, die Zeit der Erkaltung einer so wenig dichten Materie, wie die zu sein scheint, woraus Schweif, Nebelhülle und selbst der Kern der Kometen bestehen, zu bestimmen?

Der Abschnitt von Williamson's Abhandlung, in dem er, wie Keppler schon angenommen hatte, zu beweisen sucht, daß der Schweif der Kometen nothwendig durch den Stoß der Sonnenstrahlen erzeugt wird, würde zu nicht minder gegründeten Bedenken Anlaß geben. Sehr unvollkommene Versuche von Homberg hatten eine Zeitlang an das Vorhandensein einer solchen Stoßwirkung glauben lassen. Als aber Bennet im leeren Raume mit einer sehr empfindlichen Drehwage und mit allen bei einer so feinen Untersuchung dringend geforderten Vorsichtsmaaßregeln operirte, hat er niemals irgend eine Bewegung beobachtet, welche dem Stoße der Sonnenstrahlen zugeschrieben werden könnte, obgleich er Sorge getragen hatte, mittelst einer Linse mit weiter Oeffnung eine große Anzahl derselben in einem und demselben Punkte zu vereinigen *). Keppler's Idee darf also nur als eine Hypothese betrachtet werden, welche bis auf einen gewissen Punkt die zum ersten Male von Apian bemerkte Thatsache, daß die Kometenschweife stets der Sonne abgewandt sind, erklärt; aber durch keinen directen und Beachtung verdienenden Versuch ist bis jetzt dargethan worden, daß die Sonnenstrahlen ein angebbares Bewegungsmoment besitzen.

---

*) S. den Aufsatz über die Stoßwirkung der Sonnenstrahlen in Bd. 7 der sämmtlichen Werke S. 369.

Ohne auf die astronomischen Beobachtungen, aus denen hervorzugehen scheint, daß wenn die Kometen feste Kerne haben, dieselben äußerst klein sind, Rücksicht zu nehmen, bevölkert Williamson diese Gestirne nach seiner Weise, und treibt die Aufmerksamkeit sogar so weit, uns daran zu erinnern, daß die Pupille sich je nach der Helligkeit des Lichtes ausdehnt oder zusammenzieht, „so daß, setzt er hinzu, wir nicht zu fürchten brauchen, daß die Bewohner eines Kometen in dieser Hinsicht etwas zu leiden haben.“ Er sucht ebenfalls diejenigen zu beruhigen, welche den Wirkungen des Atmosphärendruckes eine zu große Wichtigkeit beilegen wollen, und schließt mit einigen allgemeinen Betrachtungen, die weder neuer noch genauer als alles Vorhergehende sind.

IV.

Ueber die Richtung des Schweifes der Kometen *).

Eduard Biot hat mir folgende schriftliche Mittheilung gemacht: „Die erste Beobachtung, daß die Schweife der Kometen eine der Sonne entgegengesetzte Lage haben, wird allgemein dem deutschen Astronomen Apian zugeschrieben, der um die Mitte des 16. Jahrhunderts lebte. Nach der folgenden Stelle, welche den Annalen der Dynastie Thang (von 618 bis 907 unserer Zeitrechnung in China herrschend) entnommen ist, scheint sie den chinesischen Astronomen anzugehören. In dem den Annalen dieser Dynastie (Thang-sse der königlichen Bibliothek) angefügten Abschnitte über den Zustand des Himmels schließt die Beschreibung eines am 22. März und an den folgenden Tagen des Jahres 837 beobachteten Kometen mit folgenden Worten: „„Im Allgemeinen, wenn ein Komet (wörtlich ein Besen) am Morgen erscheint, so ist er gegen Westen gerichtet; wenn er am Abend erscheint, so ist er gegen Osten gerichtet. Dies ist eine beständige Regel.““ Der Ausdruck Besen, sui, womit der Komet bezeichnet wird, ist im Chinesischen die gewöhnlichste Benennung der Kometen; dieser Ausdruck

*) 1843 in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences Bd. 16 S. 751 veröffentlichte Notiz.

bezieht sich offenbar auf den Schweif, während der Kern ti, Körper, genannt wird, wenn er besonders bezeichnet werden soll."

Die vorstehende interessante Mittheilung wird von jetzt an ohne Widerspruch ihren Platz in der Geschichte der Astronomie erhalten müssen; keinenfalls wird sie aber die Beobachtung Apian's verdrängen. Dieser Astronom begnügte sich nämlich nicht mit der bloßen Angabe, daß der Schweif eines östlich von der Sonne gelegenen Kometen vom Kerne aus gerechnet stets nach Osten gerichtet sei, und der Schweif eines westlichen Kometen sich westlich wende, sondern sprach es aus, daß die verlängerte Axe des Schweifes durch die Sonne geht.

V.

Polarisation des Lichtes der Kometen. — Beobachtungen des glänzenden Kometen von 1819.

In den ersten Band des Kosmos S. 392 hat mein berühmter Freund A. v. Humboldt die folgende Notiz aufgenommen:

„Die ersten Versuche Arago's, die Polarisation auf den Kometen anzuwenden, geschahen am 3. Julius 1819, am Abend der plötzlichen Erscheinung des großen Kometen. Ich war auf der Sternwarte zugegen, und habe mich, wie Mathieu und der jetzt verstorbene Astronom Bouvard, von der Ungleichartigkeit der Lichtstärke im Polariskop, wenn dasselbe Kometenlicht empfing, überzeugt. Bei der Capella, welche dem Kometen nahe, und in gleicher Höhe stand, waren die Bilder von gleicher Intensität. Als der Halley'sche Komet erschien, im Jahre 1835, wurde der Apparat so abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatischen Polarisation zwei Bilder von Complementärfarben (grün und roth) gab."

Im Jahre 1819 sind drei Kometen beobachtet worden. Zwei von ihnen waren mit bloßen Augen nicht sichtbar; beide wurden in Marseille, der eine am 21. Juni von Pons, und der andere am 28. November von Blanpain entdeckt; man hat sie betrachtet, als ob sie periodisch sein könnten (es sind die unter Nr. 134 und 135 in dem Arago'schen Kataloge der berechneten Kometen verzeichneten; s. populäre Astronomie Bd. 2. S. 272 und S. 314). Der glänzende

Komet von 1819, an welchem ich die von Humboldt angeführten Beobachtungen über Polarisation angestellt habe, ist von Tralles entdeckt, vom 1. Juli bis 20. October in ganz Europa beobachtet und von Bouvard, Brinkley und mehreren anderen Astronomen berechnet worden. (Nr. 133 des Katalogs der popul. Astron. Bd. 2. S. 272, vergl. auch ebend. S. 300, 314, Fig. 197. S. 337 ff.). In folgenden Ausdrücken habe ich in den Annales de chimie et de physique Bd. 13. S. 108 (Januarheft 1820) die in Rede stehenden Polarisationsbeobachtungen mitgetheilt:

„Der leuchtende Kern des Kometen hatte einen merklichen Durchmesser; er war aber nicht rund! Man hat sich versichert, daß die Annahme einer Phase die Unregelmäßigkeiten der Scheibe nicht erklärt haben würde. Könnte es nicht ein derartiges Phänomen gewesen sein, das La Hire an dem Kometen von 1682 beobachtet und ein Mal in seinen Tagebüchern als eine Phase des Kerns gezeichnet hat?

„Wenn, wie man glauben muß, die Kometen Anhäufungen leichter und durchsichtiger Dünste sind, so ist das Fehlen jeder wahrnehmbaren Phase kein Beweis, daß diese Gestirne selbstleuchtend sind; denn indem das Sonnenlicht in ihre ganze Masse eindringt, muß es offenbar von allen ihren Punkten reflectirt werden. Die vor Kurzem von den Physikern entdeckten und mit dem Namen der Polarisation des Lichtes bezeichneten Phänomene werden wahrscheinlich einst das Mittel zur Entscheidung dieser Frage liefern.

„Man weiß nämlich, daß die directen und die reflectirten Strahlen sehr verschiedene Eigenschaften besitzen, die sich besonders in dem Acte der Doppelbrechung kund geben. Die ersten jener Strahlen liefern stets zwei gleich helle Bilder; bei den anderen besitzen die beiden gebrochenen Bündel ungleiche Intensitäten, die sich mit der Lage des angewandten Krystalles in Bezug auf die Ebenen, von welchen die Strahlen zurückgespiegelt werden, ändern; unglücklicherweise sind diese Helligkeitsunterschiede unter gewissen Neigungen sehr schwach und schwierig wahrzunehmen. Wie dem auch sein möge, am 3. Juli, dem Tage der ersten Erscheinung des Kometen in Paris, unterwarf ich das Licht dieses Gestirns einer derartigen Prüfung, und es hat mir geschienen, als ob es Spuren von Polarisation darböte.

„Um jede Täuschung zu vermeiden, wandte ich achromatisirte Bergkrystallprismen an, die in Fassungen sich befanden, welche die Lage ihrer Hauptschnitte nicht verriethen. Ich bestimmte dann nach dem Ansehen die Lage, in welcher die beiden Bilder des Kometen am ungleichsten waren, und richtete das Prisma unmittelbar darauf auf ein von einem Glasspiegel reflectirtes Lichtbündel, um zu finden, welche Art von Polarisation der Versuch ergab. Diese sehr zahlreich mit drei verschiedenen Prismen wiederholten Prüfungen zeigten sämmtlich übereinstimmend diejenige Art von Polarisation an, welche das Sonnenlicht bei einer Reflexion auf dem Schweife des Kometen erlitten haben würde. Die Herren A. v. Humboldt, Bouvard, Mathieu und Nicollet nahmen an diesen Versuchen Theil und gelangten ihrerseits ebenfalls zu dem vorstehenden Resultate. Ich will hinzufügen, daß dieselben Prismen, durch welche man Spuren von Polarisation an dem Kometen wahrnahm, im Gegentheil zwei vollkommen gleiche Bilder von Capella gaben, welcher Stern zur Zeit unserer Beobachtungen in der Gegend des Kometen und in derselben Höhe über dem Horizonte stand.

„Wenn ich nicht wüßte, wie sehr man photometrischen Beobachtungen mißtrauen muß, falls die Intensitätsunterschiede nur schwach sind, so würde ich aus den vorstehenden Versuchen den Beweis entnehmen, daß der Komet nicht selbstleuchtend war, sondern die Sonnenstrahlen reflectirte; ich werde mich aber begnügen, dies Resultat gegenwärtig als nur wahrscheinlich hinzustellen. Ich empfehle indeß den Astronomen, welche bei Erscheinung eines etwas glänzenden Kometen diese Versuche wiederholen wollen, die Spuren von Polarisation lieber in einer Farbenverschiedenheit des regelmäßigen und unregelmäßigen Bildes, die aus einem Lichtbündel entstehen, das zuvor durch eine senkrecht auf die Axe geschnittene Bergkrystallplatte gegangen und dadurch modificirt worden ist, als in dem Helligkeitsunterschiede derselben zu suchen."

Am 6. August 1819 sandte Bouvard mir über den großen Kometen von 1819 die folgende Notiz:

„Der in dem Sternbilde des Luchses gelegene Komet, der sich plötzlich in den ersten Tagen des Juli gezeigt hat, ist jetzt zu weit

von der Erde entfernt, als daß er mit bloßen Augen gesehen werden könnte.

„Da das Wetter während des letzten Monats ziemlich gut gewesen ist, haben die Astronomen eine sehr große Zahl von Beobachtungen dieses Gestirns gemacht, so daß seine parabolischen Elemente mit vieler Genauigkeit bestimmt werden können. Diejenigen, die ich heute publicire, stützen sich auf die vom 3. Juli bis zum 1. dieses Monats (August) angestellten Beobachtungen. Es sind die folgenden:

Augenblick des Durchgangs des Kometen durch sein Perihel: 28. Juni, 5^h 17^m mittlerer Zeit, von Mitternacht gezählt.

Perihelдistanz, den Abstand der Erde von der Sonne als Einheit genommen 0,34007

Länge des aufsteigenden Knotens . .	270° 42′ 34″
Länge des Perihels	287 4 55
Neigung der Bahn	80 45 0
Heliocentrische Bewegung	rechtläufig.

„Diese Elemente stellen die Beobachtungen ziemlich genau dar; die größten Abweichungen in Länge übersteigen nicht 26″, und bleiben in der Breite unter 50″. Dieselben werden wahrscheinlich mittelst der Beobachtungen, die man vor dem gänzlichen Verschwinden des Kometen noch machen wird, Verbesserungen erhalten (s. populäre Astronomie Bd. 2, S. 272); es steht aber nicht zu erwarten, daß man seine Ellipse wird bestimmen, und folglich seine Rückkehr zuvor ankündigen können. Man darf jetzt behaupten, daß dies Gestirn keinem der früher beobachteten Kometen gleicht: es war daher unmöglich, seine Erscheinung vorherzusagen.

„Aus den vorstehenden Elementen geht hervor, daß beim Durchgange des Kometen durchs Perihelium am 28. Juni sein Abstand von der Sonne ungefähr 7 Millionen geogr. Meilen betrug. Am 3. August war dieser Abstand nahe gleich 20 Millionen Meilen. Am 3. Juli endlich, an welchem Tage der Komet in Paris zuerst gesehen wurde, stand er von der Erde ungefähr 17 Millionen Meilen entfernt.“

Zur Zeit seines Erscheinens war der Komet, der uns beschäftigt, nicht sehr weit von der Erde; am 29. Juni z. B. überstieg sein Abstand

von der Erde kaum 0,05, d. h. den zwanzigsten Theil der Entfernung der Sonne; am 3. Juli noch betrug er nur 0,1; am 24. Juli aber war dies Gestirn bereits zwölf Mal weiter als am 29. Juni. Es ist also leicht zu begreifen, weshalb seine Helligkeit so schnell abnahm.

Ziemlich allgemein hat man angenommen, daß die Kometenschweife aus leichten Dunstmassen bestehen, welche durch die Stoßwirkung der Sonnenstrahlen in große Entfernungen geführt werden. Nach dieser Hypothese muß der Schweif der Sonne fast diametral gegenüber liegen, was auch den Beobachtungen entspricht. Am 3. Juli um Mitternacht erschien außerdem noch der Schweif des Kometen von 1819 fast vertical; indeß ist dieser eigenthümliche Umstand, den das Publicum vielfach bemerkt hat, nur eine unmittelbare Folge des eben ausgesprochenen Princips, und rührt einzig und allein davon her, daß Komet und Sonne damals wenig verschiedene Rectascensionen hatten, und also beide fast zu derselben Zeit im Meridian anlangten. Als der Komet später seinen Ort stark verändert hatte, war die Linie, welche um Mitternacht seinen Mittelpunkt mit dem der Sonne verband, nicht mehr vertical, und der Schweif, dessen Richtung stets von dieser Linie angegeben wird, erschien um dieselbe Stunde merklich gegen den Horizont geneigt. Die absolute Länge des Schweifes läßt sich leicht aus dem von ihm umspannten Winkel und aus der Entfernung des Kometen von der Erde herleiten; so hat man gefunden, daß am 3. Juli diese Länge nicht ganz 400000 Meilen betrug. Die Materie des Schweifes und der Nebelhülle waren, wie gewöhnlich, von äußerster Dünne; das Licht der kleinsten Sterne erlitt beim Durchgange durch die Nebelmasse, selbst in der Nähe des Kernes keine merkliche Schwächung.

Olbers hat über diesen Kometen folgende wichtige Bemerkung gemacht: am Morgen des 26. Juni 1819 standen Sonne, Komet und Erde fast auf einer und derselben geraden Linie. Der Komet hat folglich sich ziemlich lange Zeit auf die Sonne projiciren und auf ihrer Scheibe sichtbar sein müssen. Nach Olbers' Rechnungen hat der Kern des Kometen den südlichen Rand der Sonne am 26. Juni um $5^h\ 39^m$ wahrer Zeit (im berliner Meridian gezählt) erreicht; die Bewegung des Kometen war von Süden nach Norden gerichtet; um $7^h\ 30^m$

von der Erde entfernt, als daß er mit bloßen A ... nne ge-
könnte. ... muß um

„Da das Wetter während des letzten ... beigefügt:
wesen ist, haben die Astronomen eine seh ... nicht mit
tungen dieses Gestirns gemacht, so daß ... doch einige
mit vieler Genauigkeit bestimmt wer ... nmen, von
heute publicire, stützen sich auf d ... iner Art er-
Monats (August) angestellten B ... stronom oder
... e Flecken am 26.

Augenblick des Durchgangs ... Fernrohre betrachtet und
5^h 17^m mittlerer Zeit, von ... onomisches Jahrbuch für 1822,
Periheldistanz, den Abst
genommen . . . .
Länge des aufst ... ugen von der höchsten Wichtigkeit vor.
Länge des Per ... er Komet überhaupt vor der Sonnenscheibe
Neigung der ... Die Folgerungen, welche aus den Beobach-
Heliocentris ... könnten, die ein ganz unbefangener Astronom in

„Diese Ele ... über den Zustand der Sonnenoberfläche gemacht
die größten Abw ... Bezug auf die physische Beschaffenheit der Kometen
in der Breite, ... Interesse haben, als daß man nicht hätte suchen sollen,
der Beobach ... ns erhaltenen Zahlen von Neuem zu verificiren. Bouvard
Kometen n ... ne Bitte den Augenblick des Eintritts in die Sonnenscheibe
Astronomi ... des Austritts aus derselben bestimmt, indem er die para-
man sein ... Elemente nahm, die er vorläufig berechnet hatte, und die mit
ankündi ... kwürdigen Genauigkeit alle vom 3. Juli bis zum 1. Sep-
keinem ... gemachten Beobachtungen darstellen. Die von ihm erhaltenen
lich, ... te sind:

Der Komet hat den untern Rand der Sonne am 26. Juni 1819
... ^{h} 13^m Morgens mittlerer pariser Zeit erreicht; am obern Rande
... er um 8^h 50^m austreten, und sich somit 3 Stunden 37 Minu-
... auf die Sonne projiciren.

Berücksichtigt man den Längenunterschied zwischen Paris und
... rlin, so sieht man, daß diese Zahlen von den durch Olbers erhal-
... nen Resultaten um ungefähr 13 Minuten abweichen.

Da der Generalmajor von Lindener, Gouverneur von Glatz, hatte
nachweisen können, daß er die Sonnenscheibe genau zu der von Olbers

...bachtet, und in seinen Tagebüchern für damals
...sehenen Flecken notirt hatte, so beeilte sich Bode
...2, S. 228) die Thatsache zu publiciren und
des Kometen wahrscheinlich kein opaker

...ürlicher, als der specielle Gegen-
...eurs von Glatz gerade das
... mußte also daraus schließen,
...nglich die Kerne der Kometen um-
...ygehende Licht nicht in merklicher Weise
...igentlichen Kern betrifft, so hätte er am 26.
...n durchsichtig oder äußerst klein sein müssen; aber
...ends, also nur acht Tage nach dem Vorübergange des
...vor der Sonne, zur Zeit seines ersten Erscheinens in Paris,
...annte der Kern einen sehr merklichen Winkel, den man sicherlich
mit einer acht- oder zehnfachen Vergrößerung, wie sie der General
Lindener anwandte, würde haben bemerken können; sonach mußte also
der centrale und mit einem gleichförmigen Lichte begabte Theil, wel-
chen die Astronomen den Kern nennen, wenigstens zum Theil durch-
sichtig sein. Nichts hinderte dann anzunehmen, daß der leuchtende
Kern einen festen, undurchsichtigen Körper umhüllte, der durch die
Kleinheit der Dimensionen den Beobachtungen entgangen wäre: die
Vergrößerungen, welche der General Lindener anwandte, gestatteten in
allen Fällen anzunehmen, daß der undurchsichtige Körper, wenn er
überhaupt existirte, im gegenwärtigen Falle keinen Winkel von mehr
als 2'' im Bogen umspannte.

Alle diese Folgerungen beruhten auf der doppelten Voraussetzung,
daß der General Lindener eine sehr große Uebung in astronomischen
Beobachtungen hatte, und daß sein Auge bei dem vorgerückten Alter
von 77 Jahren noch hinreichend scharf war. Unglücklicherweise
gibt es aber unbestreitbare Zeugnisse, welche das Vorhandensein von
Flecken am 26. Juni darthun, was wieder einmal beweist, wie sehr
man zurückhaltend sein muß, aus rein negativen Thatsachen Fol-
gerungen zu ziehen.

hatte dies Gestirn 1′ 27″ westlich vom Mittelpunkte der Sonne gestanden; sein Austritt am nördlichen Rande der Scheibe muß um 9^h 18^m stattgefunden haben. Olbers hat folgende Worte beigefügt: „Wie weit sich der Kometenschweif erstreckte, läßt sich freilich nicht mit Gewißheit bestimmen: allein höchst wahrscheinlich sind doch einige Theilchen des Schweifstoffs in unsere Atmosphäre gekommen, von denen ich aber durchaus keine merkbare Wirkung irgend einer Art erwarte. — Es wäre sehr zu wünschen, daß irgend ein Astronom oder Liebhaber der Astronomie die Sonnenscheibe und ihre Flecken am 26. Junius des Morgens zufällig mit einem Fernrohre betrachtet und untersucht haben möchte." (Bode's astronomisches Jahrbuch für 1822, S. 179.)

Hier liegen offenbar Fragen von der höchsten Wichtigkeit vor. Zuerst ist zu erörtern, ob der Komet überhaupt vor der Sonnenscheibe vorübergegangen ist. Die Folgerungen, welche aus den Beobachtungen sich ergeben könnten, die ein ganz unbefangener Astronom in diesem Augenblicke über den Zustand der Sonnenoberfläche gemacht hat, mußten in Bezug auf die physische Beschaffenheit der Kometen ein zu großes Interesse haben, als daß man nicht hätte suchen sollen, die von Olbers erhaltenen Zahlen von Neuem zu verificiren. Bouvard hat auf meine Bitte den Augenblick des Eintritts in die Sonnenscheibe und ebenso des Austritts aus derselben bestimmt, indem er die parabolischen Elemente nahm, die er vorläufig berechnet hatte, und die mit einer merkwürdigen Genauigkeit alle vom 3. Juli bis zum 1. September gemachten Beobachtungen darstellen. Die von ihm erhaltenen Resultate sind:

Der Komet hat den untern Rand der Sonne am 26. Juni 1819 um 5^h 13^m Morgens mittlerer pariser Zeit erreicht; am obern Rande mußte er um 8^h 50^m austreten, und sich somit 3 Stunden 37 Minuten auf die Sonne projiciren.

Berücksichtigt man den Längenunterschied zwischen Paris und Berlin, so sieht man, daß diese Zahlen von den durch Olbers erhaltenen Resultaten um ungefähr 13 Minuten abweichen.

Da der Generalmajor von Lindener, Gouverneur von Glatz, hatte nachweisen können, daß er die Sonnenscheibe genau zu der von Olbers

berechneten Zeit beobachtet, und in seinen Tagebüchern für damals keine auf der Sonne gesehenen Flecken notirt hatte, so beeilte sich Bode (astron. Jahrbuch für 1822, S. 228) die Thatsache zu publiciren und schloß daraus, daß der Kern des Kometen wahrscheinlich kein opaker Körper wäre.

Diese Folgerung war um so natürlicher, als der specielle Gegenstand der Untersuchungen des Gouverneurs von Glatz gerade das Studium der Sonnenflecken war. Man mußte also daraus schließen, daß die Nebelhüllen, welche gemeiniglich die Kerne der Kometen umgeben, das durch sie hindurchgehende Licht nicht in merklicher Weise aufhalten. Was den eigentlichen Kern betrifft, so hätte er am 26. Juni entweder selbst durchsichtig oder äußerst klein sein müssen; aber am 3. Juli Abends, also nur acht Tage nach dem Vorübergange des Kometen vor der Sonne, zur Zeit seines ersten Erscheinens in Paris, umspannte der Kern einen sehr merklichen Winkel, den man sicherlich mit einer acht- oder zehnfachen Vergrößerung, wie sie der General Lindener anwandte, würde haben bemerken können; sonach mußte also der centrale und mit einem gleichförmigen Lichte begabte Theil, welchen die Astronomen den Kern nennen, wenigstens zum Theil durchsichtig sein. Nichts hinderte dann anzunehmen, daß der leuchtende Kern einen festen, undurchsichtigen Körper umhüllte, der durch die Kleinheit der Dimensionen den Beobachtungen entgangen wäre: die Vergrößerungen, welche der General Lindener anwandte, gestatteten in allen Fällen anzunehmen, daß der undurchsichtige Körper, wenn er überhaupt existirte, im gegenwärtigen Falle keinen Winkel von mehr als 2″ im Bogen umspannte.

Alle diese Folgerungen beruhten auf der doppelten Voraussetzung, daß der General Lindener eine sehr große Uebung in astronomischen Beobachtungen hatte, und daß sein Auge bei dem vorgerückten Alter von 77 Jahren noch hinreichend scharf war. Unglücklicherweise gibt es aber unbestreitbare Zeugnisse, welche das Vorhandensein von Flecken am 26. Juni darthun, was wieder einmal beweist, wie sehr man zurückhaltend sein muß, aus rein negativen Thatsachen Folgerungen zu ziehen.

Schumacher in Altona hat den Collimationsfehler des Troughton'schen Sextanten mehrere Male im Juni 1819, und unter andern auch am 25. Juni um 20^h bestimmt. Er hat sich mit Bestimmtheit erinnert, die Sonne niemals ohne Flecken gesehen zu haben. (Bode's astron. Jahrb. für 1823, S. 135.)

Professor Brandes in Breslau hat am 26. Juni, etwas vor Mittag, die Sonne mit einem 34mal vergrößernden Fernrohre betrachtet, und einen sehr gut kenntlichen Flecken wahrgenommen, der im Begriff stand hinter die Scheibe zu gehen, und zwar genau an dem Orte, wo der Komet nach den Berechnungen seiner Bahn stehen mußte. (Ebendaselbst S. 136.)

Dr. Gruithuysen in München hat am 26. Juni, 8^h Morgens, zwei kleine Flecken ohne Nebelhülle in der Nähe des westlichen Randes der Sonne gesehen; auch in der Mitte der Scheibe hat er einen solchen wahrgenommen. In Nr. 190 der münchener politischen Zeitung vom 12. August 1819 heißt es: „Nach dem Tagebuche der Sonnen- und Witterungsbeobachtungen des Dr. Gruithuysen standen am 26. Junius (1819) um 8 Uhr Morgens in der Sonne am westlichen Rande zwei kleine unbehofte Oeffnungen, und in der Mitte auch eine. So viel er sich noch erinnert, erschien die Oeffnung in der Mitte der Sonnenscheibe sehr klein und unbegränzt: und so träfe es sich freilich, daß dieser Naturforscher den Komet in der Sonne gesehen haben kann. — Aber ob der Komet wirklich jenen mittlern schwarzen Punkt in der Sonnenscheibe verursachte, daran ist jedoch noch so lange zu zweifeln, bis nicht ein anderer Himmelsforscher ihn früher am südlichen, oder später am nördlichen Sonnenrande als beobachtet aus einem Tagebuche öffentlich ankündiget; denn nur dieser Umstand kann uns ganz evident davon überzeugen, der Komet sei in der Sonne gesehen worden, weil sich an den Polen der Sonne nie eigentliche Oeffnungen sehen lassen. Zudem glaubt der obige Beobachter, daß der Kern des heuer im Luchs sich zuerst gezeigten Kometen die Größe des 4. Jupiterstrabanten nicht um das doppelte übertreffen könnte, ihm aber jene Oeffnung in der Mitte der Sonnenscheibe noch etwas größer gewesen zu sein schien. Uebrigens konnte sie jedoch keine ältere Oeffnung gewesen sein: denn 4 Tage früher beobachtete er folgende Oeffnungen: am westlichen

Rande eine große behofte Oeffnung: gegen die Mitte aber noch westlich, drei eben so große neue zum Theil doppelte Oeffnungen, wozwischen viele kleine lagen und ganz am östlichen Rande eine kleine Oeffnung. Nun mußten sich die großen, am 26. schon sehr klein gewordenen, beinahe in der Mitte der Sonne gestandenen Oeffnungen in der Nähe des westlichen Randes zeigen und die kleine des östlichen Randes mußte verschwunden sein: wenigstens konnte sie sich nicht binnen 4 Tagen bis in die Mitte bewegen, so daß also jener kleine schwarze Fleck in der Mitte der Sonnenscheibe entweder eine ganz neue Oeffnung oder der Kern des Kometen gewesen sein muß." (Bode's astron. Jahrbuch für 1823, S. 137.)

Die Beobachtungen von Brandes und Gruithuysen scheinen anzuzeigen, daß zwischen dem 23. und 28. Juni keiner der gewöhnlichen, vor oder nach dieser Zeit gesehenen Flecken sich mitten auf der Sonnenscheibe zeigen konnte, und die zu Hannover von Professor Wildt gemachte Beobachtung dürfte die am 26. von Gruithuysen gemachte bestätigen. Professor Wildt hat einen unbegrenzten Flecken auf der Sonne gesehen; er schien ihm wenig interessant, gerade weil er wie verwaschen aussah, und er hat denselben deshalb nicht in seinem Tagebuche notirt. (Bode's astron. Jahrb. für 1823, S. 138.) Es dürfte hier wohl der Ort sein, darauf hinzuweisen, daß die genaue Feststellung eines physischen Vorgangs in den beobachtenden Wissenschaften niemals gleichgültig ist.

Es ist sehr zu bedauern, daß keine entscheidende Beobachtung eines so interessanten und so seltenen Phänomens, wie die Projection des Kerns eines großen Kometen auf die Sonnenscheibe stattgefunden hat.

Am 26. Juni betrug der Abstand des Kometen von der Erde ungefähr $^7/_{10}$ des Abstandes der Erde von der Sonne. Der Schweif konnte in jener Zeit, wenigstens nach den Dimensionen zu urtheilen, die er am 3. Juli besaß, kaum über den zehnten Theil des Radiusvectors der Sonne hinausgehen, und ich kann nicht errathen, auf welche Elemente Olbers sich bei dem Ausspruche, daß ein Theil dieses Schweifes wahrscheinlich in die Erdatmosphäre eingedrungen sei, gestützt hat.

Man hatte bereits zu dem Durchgange der Erde durch den Schweif eines Kometen seine Zuflucht genommen, um den eigenthümlichen Nebel zu erklären, der im Jahre 1783 fast ganz Europa bedeckte. Mehrere der Phänomene, von welchen das Erscheinen dieses Nebels begleitet war, lassen sich mit einer solchen Hypothese vereinigen; indeß gibt es einen Vorgang, der, wenn ich mich nicht täusche, ihr direct entgegensteht.

Dieser Nebel oder dieser Rauch, wie ihn einige Meteorologen genannt haben, glich in keiner Weise den gewöhnlichen Nebeln; während letztere gewöhnlich feucht sind, bezeichnen alle Berichte erstern einstimmig als trocken. In Genf fand Senebier, daß das Saussure'sche Haarhygrometer, das in den eigentlichen Nebeln 100° zeigt, in dem Nebel vom Juni 1783 nur 68°, 57°, 65°, 67° u. s. w. angab.

Dieser Nebel begann an demselben Tage (18. Juni) an sehr weit von einander entfernten Orten, wie Paris, Avignon, Turin, Padua; er hielt länger als einen Monat an.

Die Luft schien ihn nicht mit sich zu führen; denn während der Nebel an einigen Orten mit Nordwind eintrat, erschien er an andern mit Ost- oder Südwind.

Reisende fanden ihn auf den höchsten Gipfeln der Alpen.

Reichliche im Juni und Juli einfallende Regen und selbst die stärksten Winde zerstreuten ihn nicht.

Niemals waren die Gewitter weder so häufig, noch so stark, als während dieses Nebels.

So dicht war er bisweilen im Languedoc, daß die Sonne Morgens erst in 12 Grad Höhe sichtbar wurde; während der übrigen Tageszeit erschien dieselbe roth und ließ sich mit bloßen Augen betrachten.

De Lamanon und Van Swinden, von denen der eine in der Provence und der andere in Holland wohnte, versichern, daß dieser Nebel einen unangenehmen Geruch verbreitete.

Endlich, und dies ist ein sehr beachtenswerther Umstand, schien der Nebel auch eine phosphorescirende Eigenschaft zu besitzen; wenigstens versichern einige Beobachter, daß der Nebel, sogar bei Neu-

mond, einen Schein verbreitete, den sie dem Vollmondscheine verglei-chen, und der entfernte Gegenstände bis auf 200 Meter erkennen ließ.

Nehmen wir für einen Augenblick an, daß alle diese Phänomene durch den in unsere Atmosphäre eingedrungenen Schweif eines Kometen erzeugt wären, dessen Kern, weil er fast gleichzeitig mit der Sonne unterging, nicht bemerkt werden konnte: so ist klar, daß nach dieser Hypothese ein bestimmter Theil des Schweifes in 24 Stunden sich successive mit den Atmosphären aller auf demselben Parallele gelegenen Orte mischen mußte, so daß z. B. die unter 48° 50′ n. Br. in Asien, Europa und Amerika befindlichen Beobachter jeden Tag einen dem in derselben Zeit in Paris wahrgenommenen genau gleichen Nebel bemerkt haben würden. Dies steht nun aber mit den Beobachtungen nicht im Einklange; denn die Schiffer berichten übereinstimmend, daß es auf dem atlantischen Oceane keine Spur von Nebel mehr gab, sobald man 50 geogr. Meilen von der Westküste Europas entfernt war. Ich will noch hinzufügen, daß man nirgends einen Beweis findet, daß der Nebel in Amerika beobachtet worden ist; in der Richtung von Süden nach Norden erstreckte er sich von der Nordküste Afrikas bis nach Schweden.

Der helle Komet von 1819 ist der Gegenstand einer besondern Untersuchung seitens des Directors der Sternwarte in Palermo, Cacciatore, gewesen, der bei dieser Veranlassung eine kleine Schrift veröffentlicht hat. In der Einleitung dazu spricht der Verfasser die Ideen aus, die er sich über die Natur und Entstehung der Kometen gebildet hat; es ist hier aber nicht der Ort, dabei zu verweilen. Die Beobachtungen sind mit dem schönen Vollkreise von Ramsden gemacht worden, den die Sternwarte zu Palermo besitzt; sie umfassen den Zeitraum vom 3. Juli bis zum 11. August, und bestehen für jeden Tag aus der Höhe und dem Azimut des Kometen, woraus dann Cacciatore die Rectascensionen und Declinationen durch Rechnung hergeleitet hat. Die parabolischen Elemente, welche aus diesen Beobachtungen folgen, weichen nur sehr wenig von denjenigen ab, die Bouvard bereits erhalten hatte, und die oben S. 448 mitgetheilt worden sind.

Cacciatore behauptet, unzweideutige Spuren von Lichtphasen am Kerne dieses Kometen gesehen zu haben. Folgendes ist die wörtliche

Uebersetzung aller Stellen seiner Brochure, welche sich auf derartige Beobachtungen beziehen:

„5. Juli. Der Komet stellt sich scharf dar und zeigt eine dem zunehmenden Monde ähnliche Phase. Den recht bestimmt erscheinenden Kern schätze ich etwa 8 Bogensecunden groß. . . .

„7. Juli. Die Sichelgestalt der Kometenscheibe ist ausnehmend deutlich. Der Durchmesser scheint mir 7″ bis 8″ zu betragen. . . .

„14. Juli. Die Phase des Kometen hat sich geändert: die Sichel ist nach Süden gewandt. . . .

„15. Juli Abends. Klarer Himmel. Der Komet sehr deutlich. Die Sichel ist nach Süden gewandt. . . .

„23. Juli Abends. Von der Sichelgestalt ist auf der Kometenscheibe nichts mehr zu erkennen. . . .

„Vom 3. bis 23. Juli war der Komet vorzüglich hell, und der sich vom umgebenden Nebel sehr leicht abhebende Kern glich dem Monde in seiner Sichelgestalt. Während der ersten Tage schien die Sichel ungefähr in der Richtung des Schweifes zu liegen, aber am 15. Juli hatte sie sich bereits nach der vom Schweife abgewandten Seite gedreht. . . .

„5. August. Sehr nahe am Kerne sah ich durch den Nebel einen Stern von höchstens zehnter Größe."

Wenn vorstehende Schilderung noch irgend eine Zweideutigkeit übrig ließe, so würde ich hinzufügen, daß in den die Abhandlung Cacciatore's begleitenden Figuren die beide Hörner der Sichel verbindende Gerade am 3. Juli mit der Richtung des Schweifes zusammenfiel, aber am 15. desselben Monats darauf senkrecht stand. (Vergl. populäre Astronomie Bd. 2, S. 367.)

Muß man nun aus diesen Beobachtungen den Schluß ziehen, wie Cacciatore annimmt, daß die Kometen nicht selbstleuchtend sind, und daß sowohl die Kerne als die Strahlen und die Schweife durchaus nur in reflectirtem Sonnenlichte leuchten? Dies würde allerdings aus Vorstehendem streng folgen, wenn die Unregelmäßigkeiten in der Gestalt des Kernes, wie sie Cacciatore gesehen hat, wahre Phasen gewesen wären; aber der Beweis des Gegentheils dürfte sich leicht führen lassen. Wir haben nämlich schon gesehen, daß die Kometen-

schweife im Allgemeinen gerade von der Sonne abgewandt sind; an den entferntesten Stellen sind diese Lichtschweife mitunter mehr oder weniger zurückgebeugt, während dergleichen Abweichungen niemals in der Nähe des Kernes merklich werden. Daraus folgt offenbar, daß, wenn jemals ein Komet Phasen zeigt, die Licht und Schatten trennende Linie auf der Schweifrichtung senkrecht stehen muß, weil letztere zugleich die Richtung der den Kern treffenden Sonnenstrahlen bezeichnet. Am 15. Juli 1819 ist die von Cacciatore gezeichnete Sichelgestalt allerdings in einer solchen Lage, daß man das Vorhandensein einer Phase vermuthen könnte; aber 10 Tage früher, am 5. Juli fiel die Hörnerlinie, wie schon bemerkt, im Gegentheile mit der Schweifrichtung zusammen und in diesem Falle leuchtet es ein, daß die in der Scheibe wahrgenommene Unregelmäßigkeit von der besondern Gestalt des Kometen herrührte, keineswegs aber von der Stellung dieses Gestirnes gegen die Sonne abhing. Wird man daher nicht auch vermuthen dürfen, daß dieselbe Erklärung auf die angebliche Phase des 15. Juli Anwendung finden kann? Cacciatore's Beobachtungen ergeben also zunächst nur, daß die Kometenkerne bisweilen sehr unregelmäßig gestaltet sind, und daß sie ihr Aussehen innerhalb weniger Tage beträchtlich verändern; aber die Ungewißheit der Astronomen über die Natur des Kometenlichtes wird dadurch noch nicht gehoben und diese interessante Frage bleibt in dasselbe Dunkel eingehüllt.

VI.

Komet von 1816.*)

Die außerordentliche Schwäche des Lichtes des Ende Januar 1816 von Pons in Marseille entdeckten Kometen (Nr. 130 des Verzeichnisses der berechneten Kometen im 2. Bande der populären Astronomie S. 272) hat ihn nur selten und auch dann nur unvollkommen zu beobachten gestattet. Als Burckhardt indeß eine in Paris von mir

*) Im Februar 1816 (Annales de chimie et de physique Bd. 1, S. 202) veröffentlichte Notiz.

und Bouvard gemachte Beobachtung mit einigen Beobachtungen in Marseille verband, hat er als eine erste Annäherung die folgenden Elemente gefunden, welche den Astronomen nöthigenfalls werden dienen können, um das Gestirn nach seinem Durchgange durch das Perihel aufzusuchen.

Neigung	43° 5′ 26″
Aufsteigender Knoten	323 14 56
Länge des Perihels	267 35 36
Periheldistanz	0,048503
Durchgang durchs Perihel, 1. März 1816 um 8^h 27^m	
Richtung der Bewegung . . .	rechtläufig.

VII.

Kometen von 1822.*)

Erster Komet von 1822 (Nr. 137 des Verzeichnisses der berechneten Kometen). — Dieser Komet wurde zu Marseille am 12. Mai 1822 durch Gambart Sohn, Adjuncten der Sternwarte, im Sternbilde des Fuhrmanns entdeckt. Pons hat ihn in Marlia am 14. Mai und Biela in Prag am 17. Mai gesehen. Ende Juni war er vollständig verschwunden.

Die Bahn ist von Gambart, Nicollet, Carlini und Encke berechnet worden. Die von dem ersten der genannten Astronomen erhaltenen Elemente sind folgende; sie stellen die Beobachtung merkwürdig genau dar:

Durchgang durchs Perihel am 6. Mai, um 1^h 57^m 39^s (mittlerer marseiller Zeit, von Mitternacht gezählt).

Periheldistanz	1,504309
Aufsteigender Knoten	177° 22′ 26″
Länge des Perihels	192 45 34
Neigung	53 36 12
Bewegung	rückläufig.

Diese Elemente gleichen keinen Elementen eines bekannten Kometen. Das Gestirn, dem sie angehören, hatte sich also seit der Zeit,

*) Annales de chimie et de physique, Bd. 21, S. 426.

wo die astronomischen Beobachtungen hinreichend genau geworden sind, um zur Berechnung der Bahnen dienen zu können, nicht gezeigt.

Zweiter Komet von 1822. — Der unermüdliche Pons hat diesen neuen Kometen am 31. Mai, gegen 2 Uhr Morgens, im Sternbilde der Fische entdeckt. Er erkannte daran weder Schweif noch Kern; das Aussehen ist einfach das einer im Centrum etwas verdichteten Nebelmasse.

Zur Zeit seiner Entdeckung rückte das Gestirn schnell nach Süden; daher hat es sich in weniger als 14 Tagen unter den Horizont unserer Gegenden verloren. Gambart in Marseille, und Caturegli in Bologna sind die einzigen Astronomen, die es beobachtet haben. Da wegen der außerordentlichen Schwäche des Gestirns die in Bologna erhaltenen Positionen mangelhaft waren, so hat man seine Bahn nicht berechnen können: drei Beobachtungen sind dazu wenigstens nothwendig, und Gambart hat deren nur zwei, die erste vom 10., und die zweite vom 11. Juni, geliefert. Wenn die neuerdings am Cap der guten Hoffnung und in Port-Jackson auf Neuholland stationirten englischen Astronomen diesen Kometen gesehen haben, sollte es auch nur einmal gewesen sein, so wird es möglich sein, seine parabolischen Elemente zu bestimmen. Wir werden uns in diesem Falle beeilen sie mitzutheilen. (Vergl. Nr. 138 des Verzeichnisses der berechneten Kometen im 2. Bande der populären Astronomie S. 272 und 314.)

Dritter Komet von 1822. — Es ist wieder Pons, der diesen dritten Kometen (Nr. 139 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) am 13. Juli 1822, 9½ Uhr Abends entdeckt hat. Ohne von dieser früher von dem Astronomen in Marlia gemachten Entdeckung Kenntniß zu haben, wurde das neue Gestirn am 16. Juli, um 10 Uhr Abends, von Gambart Sohn in Marseille, und vier Tage später von Bouvard in Paris beobachtet.

Zur Zeit seiner Entdeckung stand der Komet in dem Sternbilde der Cassiopeja. Er war damals klein, mit bloßen Augen unsichtbar und erschien als eine sehr weiße, aber wenig umfängliche Nebelmasse. Später verstärkte sich sein Licht merklich, und auch der Kern wurde deutlich. Gegen Ende August glich mit bloßen Augen gesehen seine

Helligkeit den Sternen dritter Größe; zu derselben Zeit hatte sich auch auf der der Sonne entgegengesetzten Seite ein ziemlich sichtbarer Schweif von ungefähr 2° Ausdehnung gebildet.

Viele Astronomen haben die Elemente der Bahn des neuen Gestirns zu bestimmen gesucht. Mosotti glaubte, daß die Parabel nicht genügte, und fand, indem er sich auf eine kleine Zahl mangelhafter und sehr nahe bei einander liegender Beobachtungen stützte, eine einer Umlaufszeit von drei Jahren entsprechende Ellipse. Genauere und weiter entfernte Positionen gaben Encke eine Ellipse von 190 Jahren. Nach einer neuen Discussion sämmtlicher Beobachtungen hat endlich derselbe Astronom gefunden, daß die Ellipticität unmerklich ist, und daß der Lauf des Kometen in dem ganzen Bahnstück, das er von seiner Entdeckung am 13. Juli bis zu seinem Verschwinden am 22. October durchlaufen hat, durch die folgenden von Professor Nicolai herrührenden parabolischen Elemente genau dargestellt wird. Die von Bouvard, Gambart und Schumacher erhaltenen unterscheiden sich kaum davon.

Durchgang durchs Perihel 1822, October 23,6530 (mittlere mannheimer Zeit).

Länge des Perihels	271° 48′ 9″
Länge des Knotens	92 42 47
Neigung der Bahn	52 39 6
Periheldistanz	1,1464
Richtung der Bewegung	rückläufig.

(Vergl. neuere Berechnungen in der populären Astronomie Bd. 2, S. 308.)

VIII.

Komet von 1823.*)

Im Jahre 1823 wurde nur ein Komet beobachtet (Nr. 140 des Verzeichnisses der berechneten Kometen). Er wurde in Frankreich

*) Annales de chimie et de physique Bd. 27, S. 389. [In Schumacher's astron. Abhandl. Heft 3, S. 96 sagt Olbers in der Fortsetzung seines Kometenverzeichnisses: „Von Mehreren mit bloßen Augen in den letzten Tagen des December gesehen, und so den eigentlichen Astronomen zuerst angezeigt. Nach Astron. Nachrichten II, 455 zuerst in Prag 30. December beobachtet.“ Anmerk. d. d. Ausg.]

(Tag?) gegen 4 Uhr Morgens in La Chapelle bei Dieppe von de Breauté, und in Dünkirchen von Perrier gesehen.

Die Astronomen haben seine Bahn berechnet. Die parabolischen Elemente gleichen keinem der früher beobachteten Kometen. Einige Tage lang war die Gestalt dieses Gestirns sehr eigenthümlich:

Nach einer unter den Beobachtern allgemein angenommenen Meinung stehen die Schweife der Kometen der Sonne stets gegenüber; ihre Lage hängt in keiner Weise von der Richtung ab, in welcher das Gestirn sich bewegt. Wenn man auch bisher eine genügende Erklärung dieses Phänomens nicht aufgefunden hat, so hatte man dessenungeachtet sich geeinigt, anzuerkennen, daß der Stoß der Sonnenstrahlen dabei von großer Wirkung sein müsse; der Komet von 1823 hat nun aber neue Schwierigkeiten zu allen denen hinzugefügt, welche die Astronomen, die ihren Scharfsinn an diesem Probleme geübt haben, bereits gehemmt hatten.

Am 23. Januar 1824 hatte der Komet außer seinem gewöhnlichen der Sonne entgegengesetzten Schweife noch einen andern nach diesem Gestirne hin gerichteten, der ihm einige Aehnlichkeit mit dem großen Nebel in der Andromeda gab. Der erste Schweif schien einen Raum von ungefähr 5° zu umfassen; der zweite war kaum in einer Erstreckung von 4° sichtbar; die Axen beider lagen nicht genau in derselben Linie, doch differirte der Winkel, den sie bildeten, sehr wenig von 180°. In der Nähe des Kometen sah man den ungewöhnlichen Schweif kaum; die größte Helligkeit besaß er in 2° Abstand vom Kerne. In den ersten Tagen des Februar erblickte man nur noch den der Sonne entgegengesetzten Schweif; der andere war verschwunden oder so sehr geschwächt, daß die besten Nachtfernröhre bei dem heitersten Himmel keine Spur davon mehr zeigten.

Die vorstehenden Resultate sind das Ergebniß der in Paris, Marseille, Marlia, Bremen, Göttingen und Prag gemachten Beobachtungen. Bis jetzt hatte kein Komet eine so seltsame Gestalt gezeigt. An dem Kometen von 1744 unterschied man allerdings sechs Schweife, welche durch ganz dunkle Räume getrennt waren; sie standen aber alle auf der der Sonne entgegengesetzten Seite und der von den beiden äußersten gebildete Winkel überstieg nicht 60°.

Die Theorie der Bewegungen der Kometen ist fast vollständig; dagegen haben wir sehr wenige genaue Vorstellungen von der physischen Beschaffenheit dieser Himmelskörper. Es ist dies ein Problem, das die Aufmerksamkeit der Physiker zu fesseln verdient und dessen Geheimniß uns einst vielleicht das Studium der Eigenschaften der Gase entschleiern wird.

IX.

Komet vom Juli 1824.*)

Der von Pons und Gambart im Juli 1824 entdeckte Komet (Nr. 142 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) ist lange Zeit sichtbar gewesen. Bouvard hat folgende parabolische Elemente aus einer langen Reihe von Beobachtungen, die über einen Bogen von 111° vertheilt sind, hergeleitet; sie gleichen durchaus nicht den Elementen bekannter Kometen:

Durchgang durchs Perihel, 29. September, 5,6192 (mittlerer Zeit, von Mitternacht gezählt).

Periheldistanz	1,0499075
Länge des Perihels	4° 31′ 44″
Länge des Knotens	279 17 40
Neigung der Bahn	54 36 40
Richtung der Bewegung . . .	rechtläufig.

X.

Dritter Komet von 1840.**)

Mein berühmter Freund, A. v. Humboldt, hat mir folgenden Brief gesandt: „Ich hoffe, theurer Freund, daß Du den kleinen Brief erhalten hast, worin ich Dir die Entdeckung des dritten Kometen durch Galle anzeigte. Folgendes sind die von Encke und Galle berechneten Elemente dieses Kometen. Ich will die Notiz hier folgen lassen, die mir dieser junge Astronom in diesem Augenblicke mittheilt:

*) Annales de chimie et de physique, Bd. 27, S. 390.

**) Comptes rendus de l'Académie des sciences, Bd. 10, S. 534.

„In den letzten zwei Nächten haben wir mit dem großen Fraunhofer'schen Refractor zwei neue Positionen des dritten Kometen erhalten.

Mittlere berliner Zeit.	Rectascension.	Declination.
März 10 . . $16^h\ 36^m\ 40^s$	329° 28′ 27,9″	+ 28° 25′ 8,6″
„ 11 . . 16 51 55	331 4 29,0	+ 23 8 39,5

„Indem wir die erste dieser beiden Beobachtungen mit den Beobachtungen vom 6. und 7. März combinirten, haben wir, Encke und ich, gestern die Elemente des dritten Kometen berechnet, und nachstehende Resultate erhalten:

Durchgang durch das Perihel 1840, April . .	2,353
Periheldistanz	9,8746
Länge des Perihels	323° 40′
Länge des aufsteigenden Knotens	185 54
Neigung	79 5′ 3″
Richtung der Bewegung	rechtläufig.

„Diese Elemente fallen so nahe mit den Elementen des in Peking 1097 beobachteten Kometen zusammen, daß die Identität der beiden Kometen mir ziemlich wahrscheinlich erscheint. Auch ist in dem Zeitraume von 1097 bis 1840, nämlich im Jahre 1468 ein großer Komet gesehen worden, der nach der davon gegebenen Beschreibung als identisch mit dem dritten Kometen, den wir jetzt beobachtet haben, betrachtet werden kann. Die Umlaufszeit würde dann nahe 370 Jahre betragen. Da die Erscheinungen des Kometen in den Jahren 1097 und 1468 in den Herbst fallen, so mußte derselbe viel heller erscheinen als gegenwärtig, wenn er zugleich sich nahe bei seinem absteigenden Knoten, und folglich sehr nahe an der Erde befand. Troz des großen Abstandes, in welchem in diesem Augenblicke der Komet erscheint, übersteigt doch die Länge des Schweifes, in einem Kometensucher gesehen, 5°. Neben dem großen Schweife finden sich zwei kleine secundäre Schweife. Der Komet von 1097 hatte nach einigen Beobachtern ebenfalls einen secundären Schweif."

Das wichtige in vorstehendem Briefe enthaltene Resultat ergibt sich gleichfalls aus den blos zu Paris zwischen dem 16. und dem 27. März gemachten Beobachtungen. Diese Beobachtungen, in verschiedener Weise zu drei gruppirt, haben für diesen dritten Kometen von 1840 (Nr. 161 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) die folgenden Elemente gegeben:

	Eug. Bouvard.	Laugier.	Mauvais.
Durchgang durchs Perihel, 1840, April (mittl. par. Zeit)	1,7154	2,2089	2,5664
Perihelдistanz	0,7484	0,7483	0,7481
Länge des Perihels . .	322° 15′ 15″	323° 29′ 0″	324° 22′ 50″
Länge des Knotens . .	185 51 59	185 59 23	186 3 48
Neigung	79 57 36	79 53 47	79 51 7
Richtung der Bewegung	rechtläufig.	rechtläufig.	rechtläufig.

Zur Vergleichung mögen hier die von Burckhardt berechneten Elemente des 1097 in China gesehenen Kometen (Nr. 15 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) folgen:

Durchgang durchs Perihel, 1097, September 21. um 9^h	
Periheldistanz	0,7385
Länge des Perihels	332° 30′
Länge des Knotens	207 30
Neigung	73 30
Richtung der Bewegung	rechtläufig.

Es ist vielleicht nicht überflüssig darauf hinzuweisen, daß wenn nicht der Unterschied in der Periheldistanz wäre, der gegenwärtige Komet mit dem vom Jahre 1774 (Nr. 89 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) identificirt werden könnte, welchem Méchain die folgende Bahn beilegte:

Durchgang durchs Perihel, 1774, August 15. um 10^h 55^m	
Periheldistanz	1,429
Länge des Perihels	317° 22′ 4″
Länge des Knotens	180 49 48
Neigung	83 0 25
Richtung der Bewegung	rechtläufig.

(Vergl. auch die populäre Astronomie Bd. 2, S. 306.)

XI.

Komet von 1842.*)

Am 28. October 1842 hat Laugier in Paris zwischen 7^h und $7^h\ 15^m$ Abends einen Kometen (Nr. 163 des Verzeichnisses der berechneten Kometen) entdeckt. Er stand damals im Sternbilde des Drachens, nahe beim Sterne A. Sein Licht war sehr schwach; man bemerkte keine Spur eines Schweifes; am 30. hatte sich die Helligkeit des neuen Gestirns vermehrt. Vom Kerne aus gerechnet fand sich in der der Sonne entgegengesetzten Richtung eine merkbare lichte Verlängerung, die erste Andeutung eines Schweifes. Diese lichte Verlängerung des Schweifes betrug 10′; die Breite der Nebelhülle erreichte ungefähr 5′. Mauvais entdeckte denselben Kometen am 28. October um $10^h\ 30^m$, ohne von der frühern Beobachtung Laugier's etwas zu wissen, woraus man sieht, daß bei reinem Himmel keiner dieser Himmelskörper, selbst wenn er sehr schwach ist, den Forschungen der Astronomen entgehen kann.

Schumacher hat mir am 8. November einen Brief gesandt, worin dieser berühmte Astronom die Elemente des neuen Kometen mittheilt, welche Petersen nach drei Beobachtungen in Paris, Berlin und Altona berechnet hat. Es sind folgende:

Durchgang durchs Perihel, December .	15,9643
Länge des Perihels	327° 37′ 21″
Länge des aufsteigenden Knotens . .	208 5 19
Neigung	73 52 22
Periheldistanz	0,50615
Bewegung	rückläufig.

Valz hat aus seinen marseiller Beobachtungen gefunden:

Durchgang durchs Perihel, December	15,97 mittl. marseiller Zeit.
Länge des Perihels	325° 50′
Länge des aufsteigenden Knotens . .	206 34

*) Comptes rendus de l'Académie des sciences, Bd. 15, S. 816 u. 948.

Neigung	71° 52′
Perihelbistanz	0,498
Bewegung	rückläufig.

Nachdem Laugier die Beobachtungen wegen der Aberration und der Parallaxe corrigirt hatte, hat er aus den Positionen des 28. October, des 4. und 9. November die folgenden Elemente berechnet, welche die Beobachtungen bis auf weniger als 30 Bogensecunden darstellen.

Durchgang durchs Perihel, December 15,9776 mittlerer pariser Zeit.

Länge des Perihels	327° 14′ 57″
Länge des aufsteigenden Knotens .	207 47 48
Neigung	73 32 22
Perihelbistanz	0,50415
Bewegung	rückläufig.

Eine Mittheilung Victor Mauvais' hat dargethan, daß am 21. November Laugier's neue Elemente die Beobachtungen besser als die andern darstellen.

Schumacher bemerkte in seinem Briefe, daß Neigung und Perihelbistanz bei Laugier's Komet und bei dem mit Nr. 79 in dem Olbers'schen Kataloge bezeichneten Kometen von 1780 (Nr. 92 des Verzeichnisses der berechneten Kometen im 2. Bande der populären Astronomie) fast dieselben sind. Die Abstände der Perihelien von den Knoten sind gleichfalls in beiden Kometen sehr wenig verschieden. Diese Bemerkung ist sicherlich interessant; genügt sie aber, um beide Gestirne für identisch zu erklären? Laugier war nicht der Ansicht. Die Knoten und Perihelien schienen ihm zu sehr verschieden, als daß man sich für berechtigt halten könnte, den gegenwärtigen Kometen für eine Erscheinung des Kometen von 1780 zu erklären.

. . . .

XII.

Großer Komet von 1843 *).

[Der Komet von 1843 (Nr. 164 des Verzeichnisses der berechneten Kometen), der an hellem Tage sichtbar war, wurde in Italien, Merico und Nordamerika von vielen Beobachtern am 28. Februar entdeckt, zu Paris aber erst am 17. März gesehen. Es folgen hier die verschiedenen Mittheilungen, die Arago bei dieser Gelegenheit successive der Akademie der Wissenschaften gemacht hat:]

Sitzung der Akademie vom 20. März. — Ich beginne mit der Erklärung, daß das ausgedehnte leuchtende Meteor von einer so ungewöhnlichen Form, womit sich das Publicum jetzt beschäftigt, ein wahrer Komet ist. Man hat in der That den Kern des Gestirns wahrgenommen und beobachtet; am ersten Tage war er in den Dünsten des Horizontes verborgen geblieben.

Die plötzliche Erscheinung des Kometen hat mit Recht alle Welt überrascht. An demselben Tage, am 17. März, und zu derselben Stunde ist das neue Gestirn als schmaler Lichtstreif in Paris, Brest, Tours, Sens, La Ferté-sous-Jouarre, Reims, Neuenburg in der Schweiz, Salins, Marcillac (Dep. des Allier) u. a. O. bemerkt worden.

Würden thätigere, eifrigere, schärfersehende, geübtere und geschicktere Beobachter den Kometen vor dem 17. März haben sehen können? Es ist dies nicht eine Frage bloßer Neugier; sie bezieht sich auf die Gestalt und Lage der Bahn. Was die pariser Sternwarte anbetrifft, so konnte auf ihr diese Frage nicht gelöst werden; denn hier war der Zustand des Himmels zu den Stunden, wo der Komet hätte gesehen werden können, während der fünf dem 17. vorausgehenden Tage folgender:

Am 8. bedeckt; am 9. bedeckt; am 10. bedeckt; am 11. sehr wolkig; am 12. bedeckt; am 13. Himmel so weit verschleiert, daß man einen Hof

*) Comptes rendus de l'Académie des sciences Bd. 16. S. 597, 605, 639, 718, 781. — Vergl. auch populäre Astronomie Bd. 2. S. 283 bis 292.

um den Mond sah und maß; am 14. bedeckter Himmel und Regen; am 15. bedeckt; 16. schön, doch war der Mond, der damals voll war, um $6^h\ 59^m$ aufgegangen. (Das Licht des Mondes löscht das Licht des neuen Kometen gänzlich aus *).

Ich will jetzt einen Auszug aus den pariser Beobachtungsregistern geben:

Freitag den 17. März, $7^h\ 30^m$ Abends mittlerer Zeit ist der Komet beobachtet worden; den Kern hat man aber nicht zu sehen vermocht. Was die Richtung des Schweifes anlangt, so haben wir einen Theil desselben zwischen ε im Walfisch und η im Eridanus, aber näher an η gefunden. Der Schweif ging ferner unterhalb ζ, ε, δ im Eridanus und oberhalb γ, von dem er um 1^0 abstand, hin. Er erlosch etwas jenseit der Gruppe ι, $\varkappa$, λ, ν im Hasen; im höchsten Theile schien seine Breite ungefähr 1^0 zu sein; seine Gesammtlänge konnte nicht unter 39^0 bis 40^0 betragen.

Sonnabend den 18. März, $7^h\ 10^m$ Abend waren die ersten Spuren des Schweifes mit vielen Schwierigkeiten zu sehen; erst um $7^h\ 30^m$ war er gut sichtbar; der Himmel erschien sehr rein. Der Kern konnte beobachtet werden:

Um $7^h\ 46^m\ 2^s$ mittl. par. Zeit	Rectascension des Kerns	$42^0\ 1'\ 48''$
	südliche Declination	$9\ 48\ 2$

Der Kern stand also sehr nahe bei η im Eridanus; der Schweif ging zwischen γ und δ im Eridanus hindurch, parallel mit der Linie ζ, ε, δ dieses Sternbildes, bedeckte die Gruppe ι, $\varkappa$, λ, ν im Hasen und schien sich mit seinen letzten wahrnehmbaren Spuren bis zu ζ, η im Hasen, gegen die Mitte des zwischen diesen beiden Sternen liegenden Raumes zu erstrecken. Die Länge des Schweifes beträgt also 43^0; seine

*) Seit dieser Mittheilung hat Arago zwei Briefe erhalten, woraus klar hervorgeht, daß ohne das schlechte Wetter der Schweif des Kometen vor dem 17. würde haben bemerkt werden können. Der eine dieser Briefe rührt von Edward Cooper her. Dieser Astronom, gegenwärtig in Nizza, sah Sonntag den 12., um $7^h\ 15^m$, den Schweif etwas. Im zweiten von Tête-de-Buch in der Nähe von Bordeaux datirten Briefe vom 18. März schreibt der Arzt Lalesque: „Ich will Ihnen über ein Meteor berichten, das ich zum ersten Male vor zehn oder elf Tagen gesehen habe.“ (Es folgt nun eine Beschreibung, die nur auf den Schweif des Kometen paßt.) Der Kapitän Aufrère vom 34. Linienregimente bemerkte in der Garnison von Auxonne den leuchtenden Streifen am 14. März, als er die Ronde machte.

Breite überschreitet nach den Messungen nicht 1,2°. Der Schweif zeigte eine schwache Krümmung, seine convexe Seite ist nach Norden gewandt.

Sonntag den 19. März wurden die ersten Spuren des Schweifes um $7^h\ 15^m$ sichtbar; der Himmel war weniger rein als gestern. Dünste, so wie einige dünne durchsichtige Wolken erstreckten sich bis zum südwestlichen Horizonte. Die Position des Kerns ist:

Um $7^h\ 54^m\ 40^s$ mittl. par. Zeit	Rectascension		43°	56′	0″
	Declination	—	9	30	27
Tägliche Bewegung	in Rectascension	+	1	53	41
	in Declination	+	0	17	31

Der Komet hatte sich also dem Nordpole genähert und sein Unterschied in Rectascension gegen die Sonne zugenommen. Der Kern stand 1° 45′ östlich von η im Eridanus; der Schweif ging unterhalb der Sterne ζ, ε, δ im Eridanus, und oberhalb γ, von dem er 1° 30′ abstand, hin; bedeckte die Gruppe ι, $\varkappa$, λ, ν im Hasen und endigte etwas oberhalb ζ im Hasen. Seine Länge erreichte also 41° 30′, seine Breite betrug ungefähr 1° 15′, und ist durch Vergleichung mit dem Gesichtsfelde eines Kometensuchers bestimmt worden. Die Krümmung des Schweifes erschien weniger merklich als am vorhergehenden Tage. Heute, am 19. März, ist der Kern viel besser begrenzt.

Vor der Akademie habe ich nicht nöthig zu erwähnen, daß die beiden Positionen des Kerns in Rectascension und Declination vom 18. und 19. März zur Bestimmung seiner Bahn nicht ausreichen; es muß eine dritte Position abgewartet werden. Dann wird sich aber sofort entscheiden lassen, ob der Komet neu oder bereits in früheren Zeiten beobachtet worden ist. Ebenso wird man dann seinen Abstand von der Erde und von der Sonne, die absoluten Dimensionen des Schweifes u. s. f. berechnen können.

Ich will hier die Winkelgrößen und absoluten Dimensionen verschiedener Kometenschweife anführen, um zu zeigen, wie sehr diejenigen irren, welche behaupten, daß sich niemals etwas Aehnliches am Himmel gezeigt habe:

Komet von 1811. Länge des Schweifes in Graden . 23°

„ „ 1744. Sechs Schweife, jeder . . . . 30° bis 40°

(Die sechs Schweife hatten eine Gesammtbreite von 44°).

Komet von 1689.	(Der Schweif war nach dem Ausdrucke der Geschichtschreiber wie ein Türkensäbel gekrümmt) . .	68°
" " 1680	. . . .	90
" " 1769	. . . .	97
" " 1618	. . . .	104

Absolute Länge.

Komet von 1680	. . . .	20 Millionen Meilen.
" " 1769	. . . .	8 " "
" " 1744	(Einige Arme des mehrfachen Schweifes) . .	$6\frac{1}{2}$ " "

Man hat sich die Gewißheit verschaffen können, daß entsprechend einer 1531 von Peter Apian gemachten und seitdem sehr oft bestätigten Beobachtung der Schweif des gegenwärtigen Kometen in der Richtung der die Sonne mit dem Kometen verbindenden Linie liegt.

Der Schweif ist nicht nur durch seine scheinbare Länge und seine schmale Form auffallend, er besitzt auch in seiner ganzen Länge eine gleichförmige Helligkeit; vielleicht liegt sogar in seiner Axe (wie wenigstens manche Beobachtungen anzudeuten scheinen) ein Maximum von Lichtstärke, während die Schweife der früheren Kometen sich gewöhnlich in der Axe fast schwarz, und ziemlich hell an den Rändern gezeigt haben. Die hohle oder leere konische Gestalt, welche zur Erklärung dieses letzteren Aussehens angenommen wurde, würde also nicht allgemein sein.

Durch die feinsten und empfindlichsten Prüfungsmittel haben wir versucht, sowohl in dem Lichte des Schweifes des Kometen als auch in dem Zodiacallichte Spuren von Polarisation aufzufinden, indeß niemals entschiedene oder vollständig überzeugende Resultate erhalten.

Das eine dieser beiden Resultate, das Fehlen der Polarisation in dem Schweife des Kometen, wird nach Berechnung der Elemente der Bahn eine umständliche Discussion verdienen.

Auf verschiedenen Wegen haben wir uns am 18. überzeugt, daß das Zodiacallicht etwas heller war als das Licht des Schweifes des neuen Gestirns. Wir haben ferner gefunden, und dies ist von größerer Wichtigkeit, daß das erstere einen röthlichen Schein hatte, wovon im

Kometenschweife keine Spur zu bemerken war. Diese Färbung scheint indirect zu Folgerungen führen zu können, worüber die directen Beobachtungen völlig in Ungewißheit gelassen hatten.

Sitzung vom 27. März. Nach einem Briefe des Brücken- und Wegebauingenieurs in Bergerac scheint es, als ob der Schweif des Kometen am 10. März Abends in dieser Stadt bemerkt worden ist.

Es gibt nur ein zuverlässiges Mittel, um zu entscheiden, ob der jetzt sichtbare Komet bereits früher beobachtet worden ist. Dies Mittel besteht darin, zu untersuchen, ob die Bahn, in welcher sich das Gestirn im Jahre 1843 bewegt, sehr nahe mit der Bahn eines der 140 gegenwärtig in die astronomischen Verzeichnisse aufgenommenen Kometen zusammenfällt. Bis jetzt fehlte ein zu solcher Vergleichung nothwendiges Stück: die zwei zu Paris im Monat März gemachten Beobachtungen des Kerns reichten nicht hin, um die Gestalt und Lage der parabolischen Bahn, welche der Komet beschreibt, zu bestimmen; eine dritte Beobachtung war unerläßlich. Am letzten Montag nun, zur Zeit der Sitzung der Akademie fehlte diese dritte Beobachtung; Wolken oder bloße in der Nähe des Horizontes schwebende Dünste hatten während sieben auf einander folgender Tage die Wahrnehmung des Kerns verhindert.

Beim Mangel an streng wissenschaftlichen Beobachtungen hat man, um die Ungeduld des Publicums zu befriedigen zu bloßen Vermuthungen seine Zuflucht nehmen müssen.

Man hat sich erinnert, daß im März 1668 Cassini in Bologna unmittelbar nach der Dämmerung einen Lichtstreifen von 30° bis 33° Länge und $1^1/_2$° Breite gesehen, der von dem Sternbilde des Walfisches ausgehend und zum Theil in die Dünste am Horizonte getaucht, sich längs des Eridanus hinzog; man hat ferner angeführt, daß dieses Licht gleichzeitig mit den in seiner Nähe gelegenen Sternen dritter und vierter Größe sichtbar wurde, und daß es von einem Tage zum andern gegen Osten und etwas gegen Norden vorrückte.

Alles dies stimmt in auffälliger Weise mit der Gestalt und dem Verlaufe des Schweifes des Kometen von 1843 überein.

Am 2. März 1702 sah Maraldi zu Rom „einen langen Lichtstreifen, ähnlich einem Kometenschweife, der aus der Dämmerung hervortrat. Er lies den von Bayer im Walfisch mit σ bezeichneten Stern etwas nördlich, ging zwischen den Sternen τ im Eridanus und π im Walfisch durch, und zog sich längs des Eridanus hin. Sein östliches Ende lag zwischen dem Sterne γ im Eridanus und dem östlichsten auf dem Wendekreise des Steinbocks gelegenen Sterne desselben Bildes. Er war nach der Sonne zu gerichtet; seine Länge betrug 30° und seine Breite 1°, an seinem Ursprunge etwas mehr, und nahm dann gegen das Ende hin ab.“ (Was sollen die Worte Ursprung und Ende bedeuten, wo kein Kern beobachtet worden?)

Maraldi bemerkte, daß das Licht von 1702 in derselben Gegend des Himmels, in denselben Sternbildern, in der Nähe derselben Firsterne, in gleicher Länge und Gestalt wie das von Cassini beobachtete erschien.

Durch Vergleichung einer zu Bologna am 26. Februar 1702 von Manfredi gemachten Beobachtung eben dieses Lichtes mit der einzigen Beobachtung Maraldi's zeigte Cassini, daß diese Erscheinung, ebenso wie die von 1668 sich von Westen nach Osten bewegte, mit einer gewissen Abweichung nach Norden. Eine einfache Proportion gab ihm die Lage des Streifens für den 10. März 1702: dieselbe führte ihn auf Sterne, auf denen er an demselben Tage im Jahre 1668 den ersten Lichtstreifen sich hatte abbilden sehen.

„Es ist also, setzt Cassini hinzu, wahrscheinlich, daß die Erscheinung von 1702 dieselbe ist, wie die im Jahre 1668 (also 34 Jahre) früher beobachtete.“

Schon im Jahre 1668 hatte Cassini den Lichtstreifen dieses Jahres mit dem Phänomene verglichen, das nach Aristoteles zu der Zeit erschien, wo Aristeus Archont zu Athen war. Man hielt es damals für einen Kometen, dessen Kopf unter dem Horizonte verborgen wäre. Vereinigt man, was Aristoteles, Diodor von Sicilien und Seneca darüber gesagt haben, so erschien das Phänomen genau im Westen zur Zeit eines Frostes; wegen seiner Länge nannte man es Balken oder Fußsteig; es hatte eine gegen Osten gerichtete Bewegung und stieg bis zum Gürtel des Orion.

„Unsere Erscheinung, sagt Cassini, hatte dieselbe Gestalt, erschien an demselben westlichen Theile des Himmels, in derselben Jahreszeit und nahe bei demselben Sternbilde des Orion. Es ist nur noch übrig, das Verhältniß der Zeitintervalle zu betrachten."

Cassini verlegte die Erscheinung des von Aristoteles erwähnten Lichtstreifens auf das Jahr 373 v. Chr. (Pingré entscheidet sich für 370); zwischen jenem Jahre und 1668 liegen 2040 Jahre, eine Zahl, die durch 60 getheilt, 34 Jahre als Quotient gibt, d. h. die zwischen den Erscheinungen von 1668 und 1702 liegende Periode.

Ohne Gelegenheit gehabt zu haben, von den angeführten Abhandlungen eine genauere Kenntniß zu nehmen, hat sich Herr Edward Cooper für berechtigt gehalten, den Kometen von 1843 als eine Wiedererscheinung des von Aristoteles, Cassini und Maraldi beschriebenen zu betrachten. Folgendes ist eine wörtliche Uebersetzung des von dem gelehrten englischen Astronomen an mich gerichteten Briefes:

Nizza, den 20. März 1843.

In dem 1751 in Paris gedruckten Usage des globes von Bion findet sich S. 97 folgende Stelle:

„Maraldi, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, hat ihnen eine Beobachtung eines anderen Kometen gesandt, der zu Rom im Anfange des März 1702 erschienen ist. Cassini glaubt, daß es derselbe sei, den er 1668 beobachtet hat, und der vor 2040 Jahren erschienen war; seine Umlaufszeit würde 34 Jahre betragen. Er wurde in den Sternbildern des Walfisches und des Eridanus beobachtet. Es kostet viel Mühe, ihn in unseren Gegenden zu beobachten, weil er, wie Merkur, stets in die Strahlen der Sonne getaucht ist."

Obgleich die vier letzten Umläufe im Mittel nicht 34 Jahren, sondern 35 Jahren und 3 Monaten entsprechen, so ist es mir doch nicht wahrscheinlich, daß der gegenwärtige Komet von dem verschieden ist, dessen Beschreibung Cassini und Maraldi gegeben haben.

Als neues Zeichen der Identität der beiden Gestirne wird man nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, daß zur Zeit, wo der von Aristoteles beschriebene Komet sich zeigte, Ueberschwemmungen und Erdbeben stattfanden, welche die Städte Helike und Bura in Achaja zerstörten, ebenso wie im Jahre 1843 in Frankreich furchtbare Ueberschwemmungen und auf Guadeloupe ein schreckliches Erdbeben ein-

traten. Mit einem Worte läßt sich jedoch das Unhaltbare einer solchen Beziehung nachweisen: die Jahre 1668 und 1702 waren weder durch Ueberschwemmungen, noch durch Erdbeben ausgezeichnet.

Was die angeblichen Wärmewirkungen, welche man dem neuen Kometen zuschreibt, anbelangt, so muß ich sie verneinen, indem ich mich auf die sehr ausführliche Discussion von Zahlenwerthen, die ich über diese Frage angestellt habe, stütze. (Populäre Astronomie Bd. 4. S. 501 ff.)

Nach diesem Streifzuge in das Reich der Vermuthungen komme ich zu den streng wissenschaftlichen Resultaten, die man bereits aus dem Laufe des neuen Kometen hat herleiten können.

Wie bereits erwähnt, war man in Paris trotz des lebhaftesten Eifers Montag den 27. März nur in Besitz von zwei genauen Positionen des Kerns, nämlich vom 18. und 19. März. Da Plantamour, Director der genfer Sternwarte, von reinem Himmel begünstigt, die unentbehrliche dritte Position erhalten hatte, so beeilte er sich, die parabolische Bahn zu berechnen. Ich lasse hier den Brief des geschickten Astronomen folgen:

Genf, den 24. März 1843.

Der Komet ist hier erst am 17. März gesehen worden, und auch an diesem Tage stand der Kopf, als ich ihn sah, dermaßen niedrig, daß er hinter einem Wolkenstreifen, der den Horizont berührte, verschwand, bevor ich Zeit hatte, das Aequatoreal für die Beobachtung zurecht zu machen. Indeß hat an den folgenden Tagen, am 18., 19. und 21. März das Wetter mir gestattet, ihn zu beobachten und folgende Positionen zu erhalten:

	Mittlere genfer Zeit.	Rectascension.	Südl. Declination.
18. März,	$7^h\ 34^m\ 38^s$	$2^h\ 47^m\ 57{,}18^s$	$9^0\ 47'\ 52''$
19. „	7 33 33	2 55 35,46	9 30 47
21. „	7 27 30	3 9 41,30	8 56 50

Mittelst dieser drei Beobachtungen habe ich die folgenden Elemente für die parabolische Bahn des Kometen berechnet:

Durchgang durchs Perihelium, Februar	27,4882 mittl. genf. Zeit.
Periheldistanz	0,0045

Länge des Perihels	279° 12′ 11″
Länge des Knoten	359 53 21
Neigung	36 0 27
Bewegung	rückläufig.

Diese Elemente stellen die Länge und die Breite des Kometen für die zweite Beobachtung bis auf eine Minute dar.

Die Bahn dieses Kometen ist durch die außerordentlich kleine Periheldistanz merkwürdig, die kleiner ist als bei allen bekannten Kometen, selbst bei dem von 1680, bei dem sie 0,006 betrug.

Der Komet mußte also in sehr geringem Abstande von der Sonne durchgehen, so zu sagen die Oberfläche dieses Gestirns streifen.

Dieser Umstand kann vielleicht zur Erklärung der Zunahme im Glanze des Kometen und der ungemeinen Entwickelung seines Schweifes nach dem Durchgange durchs Perihelium dienen, während er vor dem Durchgange durch dasselbe unsichtbar geblieben sein würde, selbst wenn um die Mitte des Februar sein Abstand von der Erde und seine Elongation von der Sonne ihn zu sehen gestattet hätten.

Der Kopf des Kometen schien mir einen Durchmesser von 1′ bis 1′30″ zu haben, und nach dem Centrum zu eine Zunahme in der Helligkeit zu zeigen, jedoch ohne das Aussehen eines deutlichen Kerns darzubieten. Die Länge des Schweifes betrug ungefähr 39°.

Nimmt man die von Plantamour gefundene Periheldistanz als richtig an, so würde sie zu der Folgerung führen, daß der Komet am 27. Februar in die leuchtende Substanz der Sonne eingedrungen wäre: 0,0045 ist nämlich kleiner als 0,0046, der Halbmesser des Centralgestirns unseres Planetensystems. Dieses Resultat würde so viele wichtige Folgerungen nach sich ziehen, daß es natürlich war, ohne Verzug eine Bestätigung desselben zu suchen. Auch hatte ich am Morgen des 27. März kaum den Brief aus Genf erhalten, als ich drei der astronomischen Eleven der Sternwarte damit beauftragte, die Bahn mittelst der zwei pariser Beobachtungen und der dritten Beobachtung Plantamour's von Neuem zu berechnen. Diese in weniger als fünf Stunden von den Herren Laugier und Victor Mauvais ausgeführte Rechnung gab eine merklich größere Periheldistanz als die von Plantamour erhaltene, so daß jede Idee an ein Eindringen in die Photosphäre der Sonne aufgegeben werden mußte. Die neuen Ele-

mente wurden der Akademie zu Ende der geheimen Comitesitzung mitgetheilt *).

Sitzung vom 3. April. — Seit dem letzten Montage haben die Astronomen der pariser Sternwarte neun Positionen des Kerns des Kometen bestimmen, und die Gestalt und Lage der nahe parabolischen Bahn, in welcher sich dies Gestirn bewegt, feststellen können. Andererseits habe ich durch Vermittelung meines Freundes A. v. Humboldt so wie auf anderen Wegen die Resultate der in Deutschland und der Schweiz über diesen Himmelskörper angestellten Untersuchungen erhalten. Es war also die Zeit gekommen, alle diese Bahnen zu vergleichen. Ich habe diese Vergleichung ausgeführt, indem ich besonders die Periheldistanz in Betracht zog.

Plantamour hat selbst erkannt, daß seine Beobachtungen vom 28. und 30. März durch die ersten Elemente nicht mehr genau dargestellt werden. Für den 30. März stiegen die Fehler in Rectascension und Declination respective auf 4′ 34,5″ und 1′ 25,7″.

„Es ist also, schreibt Herr Plantamour in dem an mich gerichteten Briefe, nothwendig, die Elemente etwas zu verbessern.“ Da sich nicht voraussehen ließ, in welchem Verhältnisse die künftigen Correctionen die erste Periheldistanz ändern würden, so waren alle Folgerungen, die man aus der von dem gelehrten Director der genfer Sternwarte anfangs erhaltenen Periheldistanz hergeleitet hatte, voreilig.

Am 24. März hatte Encke, in dieser Angelegenheit unbestritten einer der competentesten Astronomen, die Elemente des neuen Gestirns nach drei in Berlin am 20., 21. und 22. März gemachten Beobachtungen berechnet, und die Periheldistanz 0,0101 gefunden.

Galle, Observator an der berliner Sternwarte sandte am 25. März

*) Später (S. 477) werden wir diese Elemente mit den Vervollkommnungen geben, welche die Gesammtheit der pariser Beobachtungen daran anzubringen gestattet hat. Diese Beobachtungen, jetzt fünf an der Zahl, sind vom 17., 19., 27., 28. und 29. März. Sie werden durch die neuen Elemente sehr gut dargestellt, unter denen man auch eine Periheldistanz von 0,0055 findet, die immer größer ist als die von Plantamour erhaltene, und etwas kleiner, als die Periheldistanz des berühmten Kometen von 1680.

die aus denselben Beobachtungen vom 20., 21. und 22. März berechneten Elemente an Schumacher, und gab die Periheldistanz zu 0,0113 an.

Am 25. März sandte mir Littrow aus Wien, jedoch mit dem Ausdrucke großen Mißtrauens, die aus Beobachtungen vom 18., 21. und 23. März hergeleiteten Elemente. Die Perihelbistanz ist darin zu 0,5767 angegeben.

Offenbar sind hier Fehler in der Rechnung, der Beobachtung oder Abschrift untergelaufen. Diese Fehler haben zu gleichfalls unwahrscheinlichen Bestimmungen der Lage des Periheliums und der Neigung geführt.

Nach den heute von Eugen Bouvard vorgelegten und aus den fünf pariser Beobachtungen berechneten Elementen würde die Periheldistanz 0,00488 sein. Diese Elemente stellen die Beobachtungen noch nicht mit aller wünschenswerthen Genauigkeit dar. In den Längen finden sich Abweichungen von — 20,8″ bis zu + 14,5″; in den Breiten werden die Abweichungen noch beträchtlicher, von + 26,1″ bis — 21,5″.

Die von Laugier und Mauvais berechneten Elemente sind bis jetzt diejenigen, welche die Beobachtungen am besten darstellen. Ich will sie sämmtlich hier aufführen:

Durchgang durch das Perihelium, 1843 Februar	27,42941 mittlerer pariser Zeit.
Perihelbistanz	0,005488
Länge des Perihels	278° 45′ 58″
Neigung	35 31 30
Länge des aufsteigenden Knotens .	2 10 0
Richtung der Bewegung. . . .	rückläufig.

Betrachtet man, wozu uns Alles berechtigt, diese Elemente als definitive, so ist der Komet von 1843 unter allen bekannten Kometen derjenige, welcher sich der Sonne am meisten genähert hat.

Nachfolgende Tafel der kleinsten bis jetzt ermittelten Periheldistanzen dürfte für die Leser von Interesse sein.

Werthe der Perihelbistanzen solcher Kometen, welche sich der Sonne am meisten genähert haben.

(Der mittlere Abstand der Erde von der Sonne (20 Millionen Meilen) ist gleich 1 gesetzt worden).

	Perihel-distanz.		Perihel-distanz.
Komet von 1843 . . .	0,005	Komet von 1565 . . .	0,11
„ „ 1680 . . .	0,006	„ „ 1769 . . .	0,12
„ „ 1689 . . .	0,02	„ „ 1577 . . .	0,18
„ „ 1593 . . .	0,09	„ „ 1533 . . .	0,20
„ „ 1821 . . .	0,09	„ „ 1758 . . .	0,21
„ „ 1780 . . .	0,10	„ „ u. s. w.	u. s. w.

Am 28. März betrug der Durchmesser der Nebelmasse, welche den Kopf des Kometen bildete, 2′ 40″, was einem wirklichen Durchmesser von 20000 Meilen, und dem 1700fachen Volumen der Erde entspricht.

Zur Zeit des Periheldurchganges, am 27. Februar, war der Mittelpunkt des Kometen von 1843 nur 16000 Meilen von der Oberfläche der Sonne entfernt. Nähme man das Volumen des Kometen am 27. Februar und 28. März gleich groß an, so würde man 10000 Meilen (den Halbmesser des Kometen) von der vorstehenden Zahl abziehen müssen, um den Abstand der Oberflächen der beiden Gestirne im Augenblicke des Periheldurchgangs zu erhalten. Dieser kleinste Abstand der Oberflächen des Kometen und der Sonne ergibt sich sonach zu nur 6000 Meilen.

Am 18. März betrug die Länge des Schweifes des Kometen 40°, woraus eine absolute Länge von 30 Millionen Meilen folgt.

Ich schließe hier noch einige andere Folgerungen an, welche Laugier und Victor Mauvais aus ihren Elementen hergeleitet haben:

Seinen kleinsten Abstand von der Erde hat der Komet am 5. März gehabt; in Bruchtheilen der stets als Einheit angenommenen mittleren Entfernung der Erde von der Sonne ausgedrückt, betrug derselbe 0,84, welche Zahl 17 Millionen Meilen entsprechen würde.

Vom 27. zum 28. Februar hat der Komet in seiner Bahn 292 Grade zurückgelegt.

Am 27. hat der Komet in dem kurzen Zeitraume von 2 Stunden 11 Minuten (von $9^h\ 24^m$ bis $11^h\ 35^m$ Abends) den ganzen nördlichen Theil seiner Bahn durchlaufen.

Seine von der Sonne aus gesehene oder heliocentrische Breite hat sich ebenfalls auf außerordentliche Weise geändert. So war einen halben Tag vor dem Perihelburchgange diese Breite 31° 4′ südlich, zur Zeit desselben 35° 21′ nördlich, und einen halben Tag später 26° 11′ südlich, was für 24 Stunden eine Bewegung in Breite von 92° 36′ (?) ergibt.

In demselben Zeitraume haben sich die Radienvectoren, d. h. die Abstände des Kometen von der Sonne im Verhältniß von 1 : 10 geändert.

Der Komet hat im Laufe des 27. Februar zwei Mal mit der Sonne in Conjunction gestanden; ein erstes Mal um $9^h\ 24^m$ Abends, wo das Gestirn sich jenseits der Sonne befand, und ein zweites Mal um $12^h\ 15^m$. Während dieser zweiten Conjunction projicirte sich der Komet auf die von der Erde aus sichtbare Halbkugel der Sonne, und hat also daselbst eine partielle Verfinsterung hervorbringen müssen. Indeß, selbst wenn man diese Erscheinung vorausgesehen hätte, würde man sie doch in Europa nicht haben beobachten können, da sie für den pariser Meridian um Mitternacht eintrat.

Wenn die Länge des Schweifes am 27. Februar ebenso groß war, als am 18. März, wenn sie also an jenem ersten Tage (am 27. Februar) 30 Millionen Meilen betrug, so mußte sein Ende weit über die Entfernung hinaus reichen, in welcher die Erde um die Sonne läuft. Was würde nun erforderlich gewesen sein, wenn zu der Zeit, wo der Komet sich zwischen Sonne und Erde befand, diese letztere durch den Schweif hätte hindurchgehen sollen? Es hätte entweder dieser Schweif genau oder sehr nahe in der Ebene der Erdbahn liegen, oder seine Breite hinreichend ausgedehnt sein müssen. Eine Aenderung von 8° in der heliocentrischen Breite würde dieses merkwürdige Zusammentreffen herbeigeführt haben. Hätte dasselbe allein durch die Verbreiterung des Schweifes, ohne irgend eine Aenderung in den parabolischen Elementen von Laugier und Mauvais, eintreten sollen, so würde seine Breite etwas größer als das Zehnfache der gemessenen

Breite haben sein müssen. Es folgen hier die Grundlagen für diese Angaben:

Der kürzeste Abstand der Erde von der Axe des Schweifes betrug zur Zeit der Conjunction am 27. Februar 4250000 Meilen, der wirkliche halbe Durchmesser des Schweifes war 330000 Meilen, wenn man 2° für die Winkelbreite des Schweifes nimmt. Der kürzeste Abstand der Erde von dem Rande des Schweifes betrug also nahe 4 Millionen Meilen.

Ich setze hinzu, daß die Erde sich am 23. März in einer Gegend befand, welche der Schweif am 27. Februar einnahm, so daß, wenn der Komet 24 Tage später durch sein Perihelium gegangen wäre, die Erde unvermeidlich den Schweif des Kometen in seiner größten Breite durchschnitten haben würde.

Die parabolischen Elemente Laugier's und Mauvais' zeigen, daß in unseren Gegenden der Schweif des Kometen erst am 5. März aus den Sonnenstrahlen heraustreten und sichtbar werden konnte. Vor dem Periheldurchgange, um die Mitte des Februar, überstieg eine Stunde nach dem Untergange der Sonne die Höhe des Kerns über dem Horizonte nicht 13°. Der Abstand dieses Kerns von der Erde betrug ferner 1,14. Weiter dürfte Nichts nöthig sein, um die den Astronomen gemachten Vorwürfe, wenn dieselben einen Augenblick die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen verdienen sollten, auf Nichts zurückzuführen.

Ein Blick auf das Verzeichniß der Kometenbahnen zeigt, daß der Komet von 1843 neu, oder daß er niemals beobachtet worden ist. Wenn die Geschichtschreiber oder die Verfasser von Chroniken davon gesprochen haben, so ist dies in unbestimmten Ausdrücken geschehen, welche keine Berechnung der Bahn gestatten. Die Vergleichung der bei zwei solchen Erscheinungen berechneten Bahnelemente ist aber das einzige Mittel, um zu erfahren, ob das beobachtete Gestirn sich bereits gezeigt hat, und also in die Klasse der periodischen Kometen eingereiht werden muß.

Sitzung vom 10. April. — Herr Valz hat mir nachstehende, aus den zu Marseille am 18., 27., 29., 30. März und

2. April gemachten Beobachtungen berechneten parabolischen Elemente mitgetheilt:

Durchgang durchs Perihel, 1843 Februar	27,43 mittl. marf. Zeit.
Perihelbistanz	0,0052
Länge des Perihels	278° 50′
Länge des Knotens	1 24
Neigung	35 39
Richtung der Bewegung	rückläufig.

Ich werde jetzt einen Auszug aus einem vom 3. April datirten Briefe Encke's an A. v. Humboldt mittheilen. Der gelehrte Director der berliner Sternwarte setzt darin, wie man sehen wird, auseinander, wie man dahin gekommen ist, sich zu überzeugen, daß der Komet von 1843 anstatt eine außerordentlich verlängerte Ellipse zu beschreiben, eine nicht geschlossene Curve zweiten Grades, eine Hyperbel durchläuft:

Berechnet man die in Berlin gemachten Beobachtungen unter Annahme einer Parabel, so findet man Fehler von mehr als 40 Secunden und im Perihel einen Abstand des Kometen von der Sonne, der kleiner als der Halbmesser der Sonne, also unmöglich ist. Berechnet man dagegen dieselben unter Voraussetzung einer hyperbolischen Bahn, so stellt die Rechnung die Beobachtungen so gut dar, daß von 22 Differenzen keine 12,5″ Secunden im Bogen übersteigt. Blos vier sind größer als 10″, die übrigen kleiner. Ferner bleibt bei Annahme einer hyperbolischen Gestalt der Bahn der Komet in dem Perihel außerhalb des Sonnenkörpers, und zwar um etwa 1/8 Sonnenhalbmesser von dessen Oberfläche *). Ich finde:

Durchgang durchs Perihel, 1843 Februar	27,49778 mittl. berl. Zeit.
Länge des Perihels	279° 2′ 29,9″
Länge des Knotens	4 15 24,9
Neigung	35 12 38,2
Excentricität	1,00021825
Kleinster Abstand des Kometen von der Sonne	0,00522
Richtung der Bewegung	rückläufig.

*) Unter demselben Datum hat Encke über denselben Gegenstand einen Brief an Schumacher gerichtet. S. Astronomische Nachrichten 20. Bd. S. 303 (Nr. 474). Anmerk. d. d. Ausg.

Es folgt hier die Vergleichung der hyperbolischen Bahn mit den directen Beobachtungen:

8^h mittlere berliner Zeit.

1843.	Ort des Kometen in Rectascension.	Berechneter Ort.	Ort des Kometen in Declination.	Berechneter Ort.	Differenz in Rectascension.	Differenz in Declination.
März 20.	45° 42′ 30,0″	45° 42′ 30,7″	—9° 13′ 40,0″	—9° 13′ 40,0″	+ 0,7″	0,0″
21.	47 25 30,0	47 25 36,5	8 56 40,0	8 56 35,5	+ 6,5	+ 4,5
22.	49 3 27,5	49 3 27,0	8 39 59,9	8 39 49,2	— 0,5	+10,7
24.	52 4 58,7	52 4 55,8	8 7 27,6	8 7 17,7	— 2,9	+ 9,9
25.	53 29 17,1	53 29 14,0	7 51 46,6	7 51 35,6	— 3,1	+11,0
26.	54 49 33,0	54 49 38,3	7 36 27,6	7 36 18,5	+ 5,3	+ 9,1
27.	56 6 20,6	56 6 24,5	7 21 25,3	7 21 28,1	+ 3,9	— 2,8
28.	57 19 47,3	57 19 47,8	7 7 4,4	7 7 4,1	+ 0,5	+ 0,3
29.	58 30 4,1	58 30 2,9	6 53 2,9	6 53 6,7	— 1,2	— 3,8
30.	59 37 10,1	59 37 22,6	6 39 45,0	6 39 35,7	+12,5	+ 9,3
31.	60 42 6,0	60 41 59,2	6 26 19,6	6 26 31,0	— 6,8	—11,4

Trotz aller Zurückhaltung, welche eine von Encke ausgesprochene Ansicht gebietet, haben die pariser Astronomen nicht umhin gekonnt, bemerklich zu machen, daß in der aus ihren Beobachtungen hergeleiteten Parabel der Werth der Periheldistanz niemals kleiner als der Radius der Sonne gewesen ist. Sie haben hinzugefügt, daß in dem vom 18. März bis zum 2. April inclusive von dem Kometen durchlaufenen Bogen (in Berlin konnte man nur den zwischen dem 20. und 31. März durchlaufenen Bogen in Betracht ziehen), die größten Abweichungen von der Ordnung derjenigen sind, welche Encke unter der Annahme einer Hyperbel gefunden hat. Der Leser wird dies übrigens selbst erkennen, wenn er einen Blick auf die folgende von Laugier und Victor Mauvais berechnete Tabelle wirft.

Datum.	Ueberschuß der parabolischen Positionen über die beobachteten. Längen.	Breiten.
18. März, Paris . . .	+ 0,1″	0,0″
19. „ Paris . . .	+ 8,9	+ 15,8
21. „ Genf . . .	+ 1,3	+ 3,7
22. „ Berlin . .	+ 1,3	+ 9,9
24. „ Berlin . .	+ 0,8	+ 8,9
27. „ Paris . . .	— 0,7	+ 0,4
28. „ Paris . . .	— 0,3	+ 3,7
29. „ Paris . . .	+ 12,1	+ 6,5
2. April, Paris . . .	— 6,1	— 8,5

Laugier und Victor Mauvais haben versucht, ob sich nicht an die Stelle der unbestimmten Betrachtungen, wonach sich Cooper von

der Identität des 1843 gesehenen Kometen mit den in den Jahren 1668 von Cassini und 1702 von Maraldi beobachteten überzeugt hielt, genaue und berechenbare Bestimmungen setzen ließen. Folgendes sind einige Auszüge aus dem von den beiden genannten Astronomen der Akademie überreichten Aufsatze.

Die Beobachtungen von 1702 sind nicht sehr genau. Pingré führt S. 37 des 2. Bandes seiner Cométographie eine am 28. Februar 1702 auf dem Meere (unter 15° 10′ n. Br. und 116° 45′ östl. L. von Teneriffa aus gezählt) gemessene Position des Gestirns an:

„Beim Beginn der ersten Wache wurde der Komet in 20° 30′ von West zu Süd beobachtet; die Höhe über dem Horizonte betrug 8° 40′. Man maß auch das Ende des Schweifes in West 38° Süd, und in 48° 50′ Höhe.“

Leider ist die Zeit nicht genau angegeben.

Maraldi (Mémoires de l'Academie des sciences, 1702, S. 107) zeichnet auf eine Himmelskarte zwei Lagen des Schweifes, für den 26. Februar und den 2. März 1702.

Indem wir als Zeit für den Periheldurchgang den 15. Februar 1702 annahmen, haben wir die Lagen berechnet, welche der Komet von 1843 am 26., 28. Februar und am 2. März 1702 gehabt haben würde. Die durch die Rechnung für den 26. Februar und den 2. März gefundenen Richtungen des Schweifes stimmen nicht gut mit den Beobachtungen von Maraldi; jedoch ist die Beobachtung vom 26. Februar die weniger abweichende.

Wenn man die am 28. Februar 1702 auf dem Meere gemachte Beobachtung auf 7ʰ 45ᵐ verlegt, so erhält man für Länge und Breite:

	Länge.	Breite.	
Beobachtung	9° 47′	— 23° 0′	Diese beiden Zahlen sind für eine Kugel berechnet.
Die Rechnung gibt	9 10	— 23 51	

Darf man aber eine Aenderung von 15 Minuten in der Beobachtungszeit annehmen? Der Verfasser sagt, daß die Beobachtung beim Beginn der ersten Wache gemacht wurde; die erste Wache begann aber um 8ʰ Abends.

Komet von 1668. — Pingré führt S. 22. des 2. Bandes seiner Cométographie die folgenden zwei Positionen des Kometen von 1668 an:

„Am 5. März 1668 sah Pater Valentin Estancel zu San Salvador in Brasilien den Kometen um 7 Uhr Abends etwas über dem Horizonte,

in Westen; der Schweif nahm seinen Anfang unterhalb der beiden hellen Sterne auf dem Rücken des Walfisches (η und ϑ) und endigte bei den Sternen 8. und 9. Größe (ϱ und σ) ganz unten am Bauch... Am 7. März stand der Kopf etwas unterhalb und zur Seite eines Sterns im Walfisch, dessen Länge 0ˢ 12° 42′ und dessen Breite — 15° 46′ (ohne Zweifel ϑ) war; das Ende des Schweifes erreichte ζ im Walfisch."

In den Mémoires de l'Académie des sciences 1702, S. 107, hat Maraldi auf eine Himmelskarte die beiden von Cassini am 10. und 14. März 1668 zu Bologna beobachteten Richtungen des Schweifes gezeichnet.

Aus diesen verschiedenen Beobachtungen haben wir die folgenden Positionen des Kometen hergeleitet:

	Länge.	Breite.
Am 5. März	4° 19′	— 14° 30′
„ 7. „	10 14	17 0
„ 10. „	18 34	19 20
„ 14. „	28 49	22 0

Die beiden letzten Positionen sind ganz unsicher, weil man für diese beiden Tage nur die Richtungen und Längen des Schweifes hat.

Unter der Annahme, daß der Komet von 1843 im Jahre 1668 erschienen, haben wir die Zeit des Perihelaurchgangs aus den zwei Beobachtungen vom 5. und 7. März 1668 berechnet.

Der 5. März gab für die Zeit des Durchgangs,	1668 Februar	28,3
„ 7. „ „ „ „ „ „ „	1668 Februar	26,1
	Mittel . . .	27,2

Bei Annahme dieser letzten Zahl, Februar 27,2, würden die Fehler noch ziemlich beträchtlich sein; wir haben gefunden, daß die Zeit des Durchgangs, welche zu den obigen Beobachtungen am besten stimmt, der 27. Februar um Mitternacht ist.

Folgendes sind die berechneten Positionen, wenn man als Zeit des Durchgangs den 27. Februar Mitternacht annimmt:

			Unterschiede gegen die Beobachtung in	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
5. März	4° 20′	— 14° 27′	+ 1′	+ 3′
7. „	10 36	— 16 59	— 6	+ 1
10. „	19 14	— 19 59	+ 40	— 39
14. „	29 28	— 21 59	+ 39	+ 1

Nach dieser Erörterung ist es zweifelhaft, daß der Komet von 1843 und der von 1702 ein und dasselbe Gestirn sind; dagegen wird es sehr wahrscheinlich, daß der gegenwärtige Komet bereits im Jahr 1668 beobachtet worden ist.

Wir beeilen uns hinzuzufügen, daß dieselben Folgerungen in einem Circular vom 31. März enthalten sind, das Herr Schumacher hat drucken lassen und an alle Astronomen Europas gesandt. Von Schumacher veranlaßt, hat nämlich Herr Petersen so gut als möglich die Beobachtungen Maraldi's und Cassini's, so wie die rohen Beobachtungen von Martin Browner und Valentin Estancel berechnet. Aus dieser umständlichen Prüfung ergibt sich nach dem gelehrten Director der altonaer Sternwarte die Folgerung: „Es wäre also nach diesen Rechnungen sehr wohl möglich, daß unser Komet mit dem von 1668 identisch sei, was eine Umlaufszeit von 175 Jahren geben würde". (Astron. Nachricht. Bd. 20. S. 399.)

Herr Colla hat uns aus Parma geschrieben, daß mehrere Personen gegen ihn erklärt haben, sie hätten bei hellem Tage am Morgen des 28. Februar östlich von der Sonne und in geringem Abstande von ihr einen leuchtenden Körper, der vollkommen einem Kometen glich, gesehen. Ein Liebhaber der Astronomie, der sich in der Villa di Collorno befand, beschreibt das Phänomen mit folgenden Worten: „Sehr schöner Stern mit einem Schweife, dessen Licht sehr wenig ins Gelbliche zog. Dieser scharf begrenzte Schweif erstreckte sich gegen Morgen in einer Länge von 4 bis 5°. Diese Beobachtung war nur möglich, wenn man sich so stellte, daß eine Mauer die Sonne verdeckte. In der Zeit von $10^h\ 45^m$ bis $11^h\ 45^m$ bemerkte man keine Aenderung an dieser Erscheinung."

Colla hält denjenigen, welche in dem Phänomene vom 28. März einen Hof sehen wollen, den wichtigen Umstand entgegen, daß der Himmel vollkommen rein war. Ich setze als eine zweite Entgegnung hinzu, daß die Vorgänge der Erscheinung in einem ziemlich großen Landstriche, in Parma und in Bologna z. B., dieselben waren.

Der Komet von 1843 scheint also, unter so viel andern auffallenden Eigenthümlichkeiten, auch zu der kleinen Zahl derjenigen gerechnet werden zu müssen, die an hellem Tage beobachtet werden können.

Herr Adolph Decous, Kapitain des Handelsschiffes Guatimosin, hat mir gemeldet, daß er den Kometen am 5. März um 7 h Abends auf Cuba gesehen habe. Aus der von Decous gesandten Zeichnung ergibt sich, daß am 5. März der Schweif schon außerordentlich ausgedehnt war.

Die Beobachtungen in Parma, in Bologna und auf Cuba rechtfertigen die zuvor gemachte Annahme eines langen Schweifes im Augenblicke des Durchgangs des Kometen durch sein Perihelium. Während dieses Durchganges beschrieb das Gestirn einen Bogen von 180° in $2^h\ 11^m$. Setzt man die Länge des Schweifes zu 30 Millionen Meilen, so findet man, daß das von der Sonne entfernteste Ende, wenn es stets auf der Verlängerung des Radiusvectors des Kometen blieb, in $2^h\ 11^m$ 94 Millionen Meilen durchlaufen mußte, was einer Geschwindigkeit von 12000 Meilen in der Secunde oder einer Geschwindigkeit, welche fast dem Drittel der Lichtgeschwindigkeit gleich kommt, entspricht. Eine so ungeheure Geschwindigkeit muß mit Recht befremden, und Herr Darlu hatte allen Grund, wenn er in einem Briefe an mich sich auf derartige Betrachtungen stützt, um Zweifel gegen die allgemeine Gültigkeit des Gesetzes Apian's zu erheben. Indeß wären vielleicht diese Zweifel noch natürlicher gewesen, wenn man sie nicht auf eine einzelne Thatsache, sondern auf die am allgemeinsten angenommene Erklärung der Kometenschweife angewandt hätte.

Sitzung vom 17. April. — Die Leser haben zuvor sehen können, auf welche Argumente einige Astronomen ihre Behauptung gründen, daß der Komet von 1843 und der 1668 von Cassini beobachtete ein und dasselbe Gestirn bilden, das seinen Umlauf um die Sonne in höchstens 175 Jahren vollbringt. Die Herren Laugier und Victor Mauvais haben diese angenommene Identität so eben einer neuen Prüfung unterworfen. Nachdem sie die elliptischen Elemente des Gestirns unter der Voraussetzung einer Umlaufszeit von 175 Jahren berechnet hatten, wurde von ihnen untersucht, wie weit die Beobachtungen durch dieselben dargestellt werden. Diese Vergleichung widerspricht keineswegs der Identität der beiden Gestirne.

Elliptische Elemente des Kometen von 1843.

Zeit des Perihelldurchgangs, 1843 Februar .	27,40211
Periheldistanz	0,0056779
Excentricität	0,9998185
Halbe große Axe	31,28569
Länge des Perihels	278° 36′ 20″
Länge des aufsteigenden Knotens . . .	0 44 2
Neigung	35 46 11

1843. Datum.	Ueberschuß der für die Ellipse berechneten Positionen über die beobachteten in Länge.	Breite.
18. März, Paris . . .	+ 0,6″	— 0,4″
19. „ Paris . . .	— 11,8	— 17,6
21. „ Genf . . .	+ 6,5	+ 1,4
24. „ Berlin . . .	+ 5,9	+ 7,8
27. „ Paris . . .	+ 3,3	+ 2,4
29. „ Paris . . .	+ 12,1	+ 4,7
2. April, Paris . . .	— 2,3	+ 0,5

Als es Plantamour am 30. März gelungen war, in Genf eine neue Beobachtung des Kometen zu erhalten, hat er dieselbe benutzt, um seine ersten parabolischen Elemente zu verbessern, und dabei schließlich erhalten:

Durchgang durchs Perihel, 1843 Februar	27,4461 mittlerer genfer Zeit.
Periheldistanz	0,005807
Länge des Knotens, bezogen auf das mittlere Aequinoctium des 1. Januar 1843	0° 51′ 4″
Länge des Perihels	278 18 3
Neigung	35 45 39
Richtung der Bewegung	rückläufig.

XIII.

Doppelter Kern des Biela'schen Kometen von 6 3/4 Jahren Umlaufszeit.*)

Herr Valz hat mir am 30. Januar 1846 folgenden Brief gesandt:

Am 18. und 20. Januar zeigte der Komet nichts Besonderes; nur schien mir die centrale Lichtverdichtung etwas intensiver, als in den frühern Erscheinungen. Der bedeckte Himmel gestattete mir erst am 27., den Kometen wieder zu sehen. Ich war ganz erstaunt, anstatt einer einzigen zwei Nebelmassen mit zwei Minuten Abstand zu finden... Gestern, am 29., habe ich trotz der Wolken den doppelten Kopf von Neuem beobachtet; der zweite Kopf ist viel schwächer als der andere... Ihr gegenseitiger Abstand scheint mir etwas größer geworden zu sein... Die Theilung ist vom 20. bis zum 27. erfolgt; es steht zu hoffen, daß unter einem günstigeren Himmel irgend ein Astronom Zeuge des Phänomens bei seiner Entstehung gewesen sein wird.

Mein berühmter Freund A. v. Humboldt schreibt mir seinerseits:

Herr d'Arrest sah gleich beim Aufsuchen den Kometen am 27. Januar 1846 mit einem kleinen 3 1/2 füßigen Dollond'schen Fernrohre doppelt. Herr Encke bestätigte die Thatsache unmittelbar darauf mit dem großen Refractor.

Der Abstand der beiden Köpfe betrug etwas weniger als 3'.

Am 3. Februar 1846 empfing ich von Schumacher folgenden Brief:

Obgleich ich nicht zweifele, daß Encke Ihnen schon von der sonderbaren Erscheinung, die er an dem Biela'schen Kometen beobachtet, Nachricht gegeben hat, so schicke ich Ihnen doch Alles, was mir über diese interessante Erscheinung zugekommen ist.

Encke hat den Kometen am 27. Januar doppelt gesehen. Er hatte zwei Kerne, von denen der eine schwächer als der andere war. Jeder Kern hatte einen kleinen Schweif hinter sich, dessen Richtung senkrecht auf der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Kerne stand. Der schwächere hatte eine um 1' 24" (im Bogen) geringere Rectascension als der stärkere, aber eine um 2' 26,5" größere Declination. Die zwei Kerne hatten dieselbe

*) Comptes rendus de l'Académie des sciences, Bd. 22, S. 265, 287, 333, 423 und 540.

Geschwindigkeit und bewegten sich in derselben Richtung. Am 28. war die Lage der beiden Kerne nach mikrometrischen Messungen noch dieselbe wie Tags zuvor.

Einige Stunden nach Ankunft des Briefes von Encke empfing ich einen Brief von Airy (vom 27.), der mir meldete, daß Challis in Cambridge den Kometen doppelt gesehen hätte, und daß Hind, nachdem er davon benachrichtigt worden war, die Beobachtung bestätigt.

Gestern erhielt ich einen Brief von Hind (vom 31. Januar), in welchem er verspricht, mir die Beobachtungen von Herschel mit der nächsten Post zu senden. Hind theilt mir mit, daß sich die beiden Kerne jetzt rasch trennen.*)

Folgendes sind die Beobachtungen von Encke; es werde mit f der schwache und mit F der starke Kern bezeichnet.

	Mittl. berliner Zeit.	Rectascension.	Declination.	
27. Januar . .	$8^h\ 8^m\ 14,5^s$	$9^0 56' 34,8''$	$-\ 1^0 31' 32,8$	f
„ „ . .	8 8 20,2	9 58 0,9	—	F
„ „ . .	8 24 24,4	9 57 13,5	—	f
„ „ . .	8 24 30,0	9 58 37,5	− 1 34 2,8	F
28. „ . .	7 53 21,5	10 50 53,5	− 1 40 10,2	F

Aus Positionswinkel und Distanzmessung ergab sich

$$28.\ \text{Januar}\ 7^h\ 8^m\ 18,6^s \begin{cases} f = F - 1'24,0'' \text{ in Rectascension,} \\ f = F + 2\ 26,5 \text{ in Declination,} \end{cases}$$

was mit den Beobachtungen des vorhergehenden Tages so gut wie völlig übereinstimmt. Man wiederholte die Messungen $1^h\ 40^m$ nach jenen Messungen und fand wesentlich dasselbe.

Das schlechte Wetter erlaubte in Paris den Kometen erst am 6. Februar zu sehen. An diesem Tage betrug gegen 8 Uhr Abends der Abstand der beiden Kerne nach den Beobachtungen Laugier's und Goujon's 4 Minuten, was einer Entfernung von 14000 geogr. Meilen entspricht. Folgendes sind die der Akademie von Laugier vorgelegten Beobachtungen:

Am 6. Februar gegen $7^h\ 30^m$ Abends sah man bei ziemlich hellem Mondschein die beiden Kerne des Kometen sehr leicht, und es war, wie man auch auf der berliner Sternwarte bemerkt hatte, der südlichste von

---

*) Hind's Worte sind: „Whence it appears, that the distance is increasing in a much larger ratio than can be accounted for by the comet's approach to the Earth.“ (Astronomische Nachrichten, Bd. 24, S. 19. Nr. 554.)

Anmerk. d. d. Ausg.

beiden, den wir mit F bezeichnen wollen, merklich heller als der andere, f. Mehrere übereinstimmende Vergleichungen mit einem Sterne der Histoire céleste française, dessen Ort am 6. Februar war: 20° 1′ 14,8″ Rectascension; — 2° 49′ 56,4″ Declination, haben ergeben:

Mittlere pariser Zeit.	Rectascension von F.	Declination von F.
6. Februar, $7^h\ 48^m\ 26,6^s$	19° 32′ 23,5″	— 2° 51′ 44,2″

Für den Ort des Kernes f hatte man:

$7^h\ 48^m\ 21,4^s$ mittlerer Zeit { f = F — 1′ 48,6″ in Rectascension;*)
f = F + 3 57,5 in Declination.

Am 10. Februar machten der Mondschein und die Dünste die Beobachtungen sehr schwierig; die beiden Kerne waren äußerst schwach und der nördlichere f kaum sichtbar. Wir haben nichtsdestoweniger seine relative Lage gegen F bestimmt. Das Resultat von sechs Vergleichungen sowohl in Rectascension als Declination ist:

10. Februar, $7^h\ 25^m\ 15,0^s$ mittlerer Zeit . . . . . { f = F — 1′ 44,0″ in Rectascension;
f = F + 3 57,5 in Declination.

Der Kern F ist dreimal mit einem Sterne der Histoire céleste française, der 23° 27′ Rectascension und — 3° 44′ Declination hatte, verglichen worden, und es hat sich ergeben:

10. Februar, $7^h\ 30^m\ 20,7^s$ mittlerer Zeit { Rectasc. von F = Rect. des Sternes + 34′ 13,5″;
Declinat. „ F = Decl. des Sternes — 10 3,7.

Endlich haben wir den Kometen noch am 12. Februar, fast im Momente des Durchgangs durch sein Perihel beobachtet; der Mond war seit höchstens 20 Minuten aufgegangen, und sein Licht noch ziemlich schwach. Als wir einen Blick in das Fernrohr warfen, bemerkten wir sogleich, daß der am wenigsten südliche Kern f, der bis dahin schwächere der beiden, viel glänzender als der andere war. Dieser letztere (F) wurde in dem Maaße, als sich der Mond über den Horizont erhob, immer schwächer, und bald bemerkte man ihn nur in kurzen Zeitintervallen. Goujon und ich hatten glücklicherweise Zeit gehabt, einige Beobachtungen auszuführen, die seinen Ort folgendermaßen anzugeben gestatten:

12. Februar, $7^h\ 11^m\ 34,3^s$ mittlerer Zeit . . . . . { F = f + 2′ 3,0″ in Rectascension;
F = f — 4 20,4 in Declination.

Was den Kern f betrifft, so wurde er mit dem Sterne 391 des Rümker'schen Katalogs verglichen:

---

*) Die Differenzen der Rectascension sind in Bogenminuten und Secunden ausgedrückt.

12. Februar, $7^h\ 25^m\ 50{,}9^s$ mittlerer Zeit . . . . . . { Rectascension von f = 26° 0′ 51,5″; Declination von f = —3 53 32,4 .

Aus den vorstehenden und aus den in Berlin am 27. und 28. Januar angestellten Beobachtungen kann man die Winkel berechnen, um welche an den verschiedenen Tagen die beiden Kometenkerne von einander abstehen: diese Zahlen finden sich in der zweiten Columne der folgenden Tafel. Da diese Winkel infolge der Aenderung in der Entfernung des Gestirns von der Erde von einem Tage zum anderen varirt haben, so habe ich für jeden von ihnen diese Variation in Rechnung gezogen, und die so corrigirten Winkel sind in der dritten Columne verzeichnet. Die Positionswinkel von f in Bezug auf F, oder mit anderen Worten, die Winkel, welche die Linie Ff an einem gegebenen Tage mit dem Parallel von F macht, stehen in der vierten Columne; endlich habe ich in der fünften Columne die absoluten Entfernungen der zwei Kerne, in Kilometern ausgedrückt, zusammengestellt.

Tag.	Winkeldistanzen der beiden Kerne.	Werthe derselben Winkel für die Entfernung 0,615*)	Positionswinkel von f in Bezug auf F.	Absolute Abstände der zwei Kerne in Kilometern.
27. Januar 1846	2′ 48,9″	3′ 11,2″	60° 11′	88000
28. " "	2 48,9	3 9,1	60 11	86000
6. Februar "	3 58,4	3 58,4	62 56	108000
10. " "	4 19,2	4 5,3	66 24	112000
12. " "	4 47,9	4 24,9	64 46	120000

Die Differenzen, welche zwischen den Zahlen der dritten Kolumne stattfinden, sind zu beträchtlich, um als Beobachtungsfehler angesehen werden zu können; man muß daher annehmen, daß die beiden Kerne dieses Kometen ihre Entfernung geändert, und z. B. vom 27. Januar bis 12. Februar sich um 32000 Kilometer (4300 geogr. Meilen) von einander entfernt haben.

Obgleich es zufolge des fast übereinstimmenden Ganges der beiden Kerne sehr wahrscheinlich ist, daß dieselben zu einem und demselben Gestirne gehören, so hielt es Arago doch für zweckmäßig, die von jedem der beiden Kerne beschriebene parabolische Bahn besonders zu berechnen und hat mich beauftragt, diese Rechnung durchzuführen; folgendes ist das Resultat derselben:

---

*) 0,615 ist die Entfernung des Kometen von der Erde am 6. Februar.

	Durchgang durchs Perihel, Febr. 1846.	Perihel-distanz.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Richt. der Beweg.
Bahn des Kernes F	12,10844	0,862846	107°10′ 4″	240°51′45″	13°28′41″	D
Bahn des Kernes f	12,12983	0,862668	107 13 17	240 54 54	13 25 3	D

Die amerikanischen Zeitungen berichten, daß Lieutenant Maury den Kometen in Washington seit dem 12. Januar doppelt sah.

Aus einem Briefe von Schumacher geht hervor, daß Wichmann in Königsberg und Challis in Cambridge (England) den doppelten Kern deutlich am 15. Januar sahen.

Am 14. hatte Wichmann den Kometen mit dem großen Heliometer beobachtet, ohne etwas Besonderes zu bemerken.

Am 24. Januar sah Walker, Director der Sternwarte der Centralhochschule in Philadelphia, zwei sehr von einander entfernte Kerne.

Es scheint als ob die beiden Kerne um die Mitte des Januar sich auf einander haben projiciren können. Um das genaue Datum dieser Conjunction angeben zu können, wird es nöthig sein, die Elemente der beiden Bahnen genauer zu berechnen.

Die Eigenthümlichkeiten, welche die gegenwärtige Erscheinung des Biela'schen Kometen begleitet haben, mußten natürlich die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf die in den Annalen der Wissenschaft verzeichneten analogen Phänomene lenken. Folgende interessante Stelle kann aus der Cométographie von Pingré angeführt werden:

Ephorus, ein griechischer Historiker, berichtete nach Seneca, daß der Komet von 371 sich gegen Ende seiner Erscheinung in zwei Sterne getheilt hatte. Da er der einzige Gewährsmann für diese Thatsache ist, so glaubt Seneca nicht, daß seine Autorität allein zur Constatirung derselben ausreiche.

Herr Eduard Biot hat an mehrere von den Resultaten seiner Forschungen über die Astronomie der Chinesen, unter andern an folgende Thatsache erinnert:

Im Jahre 896 erschienen drei ungewöhnliche Sterne, ein großer und zwei kleine; sie standen in den Sternbildern oder Stationen Hui (β im Wassermann) und Goei (α Wassermann). Bald vereinigten, bald

trennten sie sich; sie folgten einander und bewegten sich nach Osten: sie gingen drei Tage, dann verschwanden die beiden kleinen, und hernach der große.

Aus einer Notiz Eduard Biot's wollen wir ferner eine auf die physischen Veränderungen, welche die Kometen erleiden, bezügliche Stelle anführen:

Der in den Annalen der Chinesen angeführte Komet mit zwei Schweifen gehört ins Jahr 837 unserer Zeitrechnung. Ich habe den Text von Ma-tuan-lin in meinen Untersuchungen über die ältern Erscheinungen des Halley'schen Kometen (s. die Zusätze zu der Connaissance des Temps für 1846 S. 78 und 79) übersetzt; man findet daselbst folgende Stelle: „Am Tage Y-tscheu (10. April 837) war der Komet 50° lang. Sein Ende theilte sich in zwei Arme. Der eine war nach Ti (Station um α^2 in der Wage) gerichtet, der andere deckte Tang (Station um π im Skorpion). Am Tage Ping-yn (11. April) war er 60° lang; er zeigte keine Gabelung mehr. Er war gegen Norden gerichtet und stand im siebenten Grade von Kang (Station um x in der Jungfrau)."

Dieser Komet findet sich in dem Verzeichnisse von Ma-tuan-lin, das de Guignes Sohn übersetzt hat (vergl. 10. Bd. der Savants étrangers der alten Akademie der Wissenschaften); ich halte aber meine Uebersetzung für richtiger als die seinige.

In dem Verzeichnisse der in China von 1230 bis 1640 beobachteten Kometen, das ich aus dem Supplement von Ma-tuan-lin übersetzt habe, findet man im Jahre 1362 einen Kometen, der seinen Kern und darauf seinen Schweif verliert (vergl. die Zusätze zur Connaissance des Temps für 1846, S. 48 und 49). Es heißt daselbst: „Am 28. März sah man den Kern nicht mehr in der Gestalt eines Sterns; es war nur ein weißlicher Dunst vorhanden, welcher in gekrümmter Form den Himmel erhellte und nach Westen zeigte.... Am 1. April ging er χ im großen Bären voran. Man sah nur eine sternähnliche Gestalt ohne Bart von der Größe einer Weinschale."

Endlich habe ich S. 76 der Zusätze zur Connaissance des Temps desselben Jahres die Beschreibung eines 1066 beobachteten Phänomens gegeben, wo gleichzeitig ein Stern ohne Nebelhülle und ein Komet erschien. Es wird dort gesagt: „Im Norden gab es einen Stern ohne Nebelhülle; der Komet ging nach Osten, und es gab außerdem einen weißen Dunst von ungefähr 3° Breite. Er verband die Sterne des Pols... Am 25. April bekam der Stern wieder eine Nebelhülle. Sein

Schweif war ungefähr 10° lang... Der weiße Dunst theilte sich in zwei. Er ging schief über den Himmel hin.

Am 9. März schrieb mir Valz wieder:

Als ich in meinem letzten Briefe äußerte, daß die Trennung der beiden Köpfe des Kometen vom 20. bis zum 27. Januar statt gefunden haben müßte, konnte sich meine Vermuthung nur auf den Anschein gründen; indeß konnte am 20. das Intervall zwischen ihnen zu gering sein, um in dem für die Kometen gewöhnlich angewandten Fernrohre merklich zu werden. Nachdem ich am 27. um 7 Uhr und an den folgenden Tagen bis heute die beiden Köpfe so viel als möglich beobachtet habe, geht nämlich aus der Langsamkeit der relativen Bewegung hervor, daß jene Trennung viel weiter zurück liegen kann. Während dieser Zeit zeigten die Nebelhüllen große Eigenthümlichkeiten. So schienen sie am 13. Februar in Berührung und von gleicher Helligkeit, gleich wie am folgenden Tage. Am 15. dagegen erhielt der secundäre Kopf eine größere Intensität als der andere, was am 16. und 17. fortdauerte, während am 18. der ursprüngliche Kopf wieder stärker wurde, was dann fortdauerte, während der secundäre Kopf immer schwächer wurde. Indeß am 22. Februar war der ursprüngliche Kopf kaum stärker als der andere; seitdem ist aber der Himmel bedeckt. Das sind sehr seltsame Erscheinungen; vor Allem wird man aber sehen müssen, ob sie so allgemein beobachtet worden sind, daß man sie als von atmosphärischen oder localen Verhältnissen unabhängig betrachten kann.

Folgendes ist ein Auszug aus den auf der pariser Sternwarte über den Kometen mit zwei Köpfen gemachten Beobachtungen:

Am 6. Februar war der nördliche Kern der schwächste von beiden.

Am 12. Februar war eben dieser Kern der hellste.

Am 19. war er wieder der schwächere geworden.

Von dieser Zeit an hat die Helligkeit dieses zweiten Kopfes fortwährend abgenommen.

Am 2. März „ist der südliche (Haupt-) Kern ziemlich hell, der andere aber dermaßen schwach, daß er schwierig zu beobachten ist."

Bemerkung. Der Mond ist nicht aufgegangen.

Am 6. März sah man nur den Hauptkern, indeß war der Mondschein ziemlich stark.

Vom 6. bis 16. März hat der Mond nicht das Sehen, wohl aber das Beobachten des Kometen verhindert.

Am 16. März zeigte bei hinreichend reinem Himmel, während der Mond noch nicht aufgegangen war, der Biela'sche Komet das Aussehen einer breiten, ziemlich glänzenden Nebelmasse; vergeblich haben wir den zweiten Kern zu sehen versucht, es war nicht möglich, auch nur die geringste Spur desselben wahrzunehmen.*)

---

*) S. populäre Astronomie Bd. 2, S. 353.

Ueber die Sternschnuppen.

[Im 26. Buche der populären Astronomie, das von den kosmischen Meteoren handelt, findet sich der größte Theil von Arago's Untersuchungen über die Sternschnuppen und Feuerkugeln. Die daselbst nicht aufgenommenen Notizen sind hier zusammengestellt worden.]

I.

Meteor von Worthing.

Am 3. August 1818, $11^h\ 15^m$ Abends sah Dr. Thomas Young zu Worthing (50° 49′ n. Br., 20′ westl. Länge von Greenwich) ein stark leuchtendes Meteor in der Nähe der Cassiopeja. Der Lichtstreif begann in 19° Polardistanz und 65° Rectascension, und endigte in 17° Polardistanz und nahe 80° Rectascension. Er blieb länger als eine Minute sichtbar ohne Bewegung, wie ein Komet, dessen Kern seinen Ausgangspunkt darstellte. Diese Richtung weicht nur wenig von der der scheinbaren Bewegung der Sonne in ihrem jährlichen Umlaufe ab. Es hat Interesse, mit dieser Beobachtung eine Stelle zu vergleichen, die Burckhardt aus den Originalregistern von Hirch ausgezogen hat, und in der ebenfalls von einem Meteore die Rede ist, das keine merkliche Bewegung zeigte: „Als ich am Freitag Morgen, 1626, $\frac{9}{19}$ Juli, um $1^h\ 20^m$, mit einem anderthalbfüßigen Fernrohre den neuen Stern im Halse des Wallfisches aufsuchte, fiel mir ein helles Licht auf. Als ich dann mit bloßen Augen hinblickte,

sah ich gegen Süden eine große feurige Masse, die heller, größer und weißer als Venus, und fast der Hälfte des Mondes gleich war. Diese Masse hatte unten und im Westen einen Schweif, und blieb unbeweglich an ihrem Orte. Sobald ich sah, daß sie nicht im Geringsten vorwärts rückte und nicht verlöschte, fing ich an langsam zu zählen 1, 2, 3... Allmälich wurde sie bleicher, war aber doch noch sehr sichtbar als ich 200 zählte; als ich auf 300 kam, war sie bereits recht schwach. Nachdem sie ungefähr eine Viertelstunde sichtbar gewesen war, verschwand sie endlich ganz."

II.

Meteor von Cambridge.

Professor Clarke in Cambridge und einige andere Personen gingen am 6. Februar 1818 um 2^h Nachmittags nahe bei der Universität spazieren, als sie nach Norden zu ein sehr großes leuchtendes Meteor sahen, das vertical vom Zenith gegen den Horizont niederstieg, und auf diese Weise einer durch die Schwerkraft zur Erde fallenden Masse glich. Der Himmel war damals vollkommen rein, und die Sonne schien mit ihrem vollen Glanze. Das Meteor verschwand, bevor es die Dünste erreicht hatte, womit der Horizont im Norden bedeckt war; auf seiner ganzen Bahn ließ es einen Streifen leuchtender Punkte hinter sich. Dies Meteor ist in derselben Stunde nahe bei Swaffham in Norfolk gesehen worden. Gassendi hatte bereits Sternschnuppen am Tage und bei vollständig heiterm Himmel beobachtet (s. seine Physik, Buch 2, Kap. 7, §. 3.); indeß der besondere Umstand einer Sichtbarkeit bei vollem Sonnenschein gibt der Beobachtung des leuchtenden Meteors in Cambridge einen gewissen Werth.

III.

Meteor von Richmond.

Am 16. März 1822, $10^h\ 5^m$ Abends, sah man in der Stadt Richmond in Virginien ein leuchtendes Meteor von ungewöhnlicher Größe, das sich rasch von Nordosten nach Südwesten bewegte; von dem Kerne gingen nach den verschiedensten Richtungen Funken aus.

Zuletzt explodirte es, und das Getöse ward in der ganzen Umgegend gehört. Die dicke Feuermasse, die sich im Augenblicke der Explosion entwickelte, blieb mehrere Minuten lang sichtbar.

IV.

Meteor von Rodez.

Am 9. April 1822, Abends 9^h, zeigte sich in Rodez eine lange strahlende Lichtsäule am Himmel; zahlreiche lebhafte Funken fuhren nach allen Richtungen heraus. Einige Secunden nach dem vollständigen Verschwinden des Phänomens hörte man den Knall einer starken Explosion.

V.

Meteor vom 16. August 1822.

Am 16. August 1822 erschien ein leuchtendes Meteor, das am Himmel einen Bogen von ungefähr 30° einnahm; der innere (untere?) Theil oder der Kopf war leuchtender als das übrige Stück, das allmälich nach dem andern Ende oder dem Schweife hin, in welchem man im ersten Augenblicke Funken bemerkte, schwächer wurde. Die Erscheinung wurde in Paris, Havre, Mans, Caen, Cherbourg, und Southampton in England gesehen. Gay-Lussac hat dies Meteor in Paris um $8^h 15^m$ in der Richtung nach Westen, etwas nach Süd zu, gesehen: der Kopf erschien ihm in einer Höhe von ungefähr 30° über dem Horizonte. Durch einen Brief des Präfecten des Departements der untern Charente an den Minister des Innern habe ich ferner erfahren, daß dies Meteor in La Rochelle genau um dieselbe Stunde in der Richtung nach Nordwesten und in einer Höhe von 30° bis 35° über dem Horizonte gesehen worden ist. Als ich nach diesen Daten die verticale Höhe des Meteors zu bestimmen suchte, erhielt ich als Resultat 40 geogr. Meilen.

VI.

Meteor von Martinique.

Am 1. September 1822, 8^h Abends erschien im Fort Royal auf Martinique ein leuchtendes Meteor von beträchtlicher Größe, das mit

Schnelligkeit sich von West nach Ost bewegte. Es war mehrere Minuten lang sichtbar, erzeugte ein dem Rollen des Donners ähnliches Getöse, und zersprang mit sehr heftiger Explosion.

VII.

Im Jahre 1824 beobachtete leuchtende Meteore.

Am 17. April 1824, $10^{1}/_{4}{}^{h}$ Abends sah man in dem Dorfe Upper-Kinneil in der Pfarrei von Borrow-Stowneß in England ein Feuermeteor, das in der Atmosphäre ein lebhaftes Licht verbreitete. Es bewegte sich mit ungewöhnlicher Schnelligkeit gegen Süden, und ließ einen Funkenschweif hinter sich.

Ein Reisender berichtet, daß er in der Nacht vom 11. zum 12. August beim Uebergange über die Alpen eine Feuerkugel bemerkte, welche in der Atmosphäre eine große Helligkeit verbreitete. Die Erscheinung dauerte drei Minuten.

Am 13. September sah man in Petersburg bei reinem Himmel in der Richtung nach Südwest eine kleine Feuerkugel von hellblauer Farbe, welche unter einem Winkel von ungefähr 35° nach dem Boden hinabging. Der lange leuchtende Schweif, welcher der Kugel folgte, hatte ebenfalls eine blaue Färbung. Eine Explosion wurde nicht gehört.

Am 27. November, 5^{h} 4^{m} Abends wurde nach einer Mittheilung des Professor Hallaschka im berauner Kreise in Böhmen ein Feuermeteor in der scheinbaren Größe des Vollmondes gesehen, das die ganze Gegend hell erleuchtete. Die Ränder desselben glänzten mit bläulichem Lichte. Es blieb gegen 4 bis 5 Secunden sichtbar, und bewegte sich von Südost nach Nordwest. Nach dem Verlöschen zeigten sich noch einige große Funken, die ebenfalls schnell verschwanden.

VIII.

Leuchtende Meteore von 1825.

Die Antologia Romana (Febr. 1825) in Florenz gibt eine ausführliche Beschreibung eines am 2. Januar 1825 bei Valderno, nicht weit von Arezzo, beobachteten Feuermeteors. Es zog mit großer

Geschwindigkeit von Westen nach Osten; streifte die Spitzen der Bäume, erzeugte aber weder eine Explosion noch ein Sausen, und hinterließ auf seinem Wege keinen Geruch. Man unterschied einen Kern und einen sehr schwachen Schweif. Die aus ihm herausfahrenden Funken verloren sich in der Luft.*)

In der Nacht vom 10. zum 11. September um $9^1/_2{}^h$ Abends erschien zu Liancourt im Departement der Oise ein leuchtendes Meteor, das sowohl wegen seiner Größe als auch wegen seiner Gestalt eine Erwähnung verdient. Es war eine Feuerkugel von elliptischer Gestalt, fast von der Größe des Vollmondes; sie zog einen Lichtstreif hinter sich, und glich also sehr einem Kometen mit langem Schweife. Sie zog in der Richtung von Nordwest nach Südost, und schien unter einem Winkel von ungefähr 35° niederzufallen. Nachdem sie die Zimmer des Schlosses gestreift hatte, verlor sie sich in dem kleinen Flusse, welcher den Park durchschneidet. Der Himmel war rein und heiter; das Meteor zeigte ein silberglänzendes Licht, und ließ keinen merklichen Geruch hinter sich. Ich habe diese Einzelheiten einem Briefe des Herzogs de la Rochefoucauld, den er mir über das Meteor geschrieben hat, entnommen.

Am 14. November 1825, 8^h Abends, erschien ein sehr glänzendes Feuermeteor in der Atmosphäre von Leith in Schottland, ging sehr schnell von Osten nach Westen, durchlief, immer in derselben Richtung, einen Bogen von ungefähr 25°, und machte dann im Zenith eine Explosion, wie eine Rakete. Der Lichtstreif, den das Meteor in der Atmosphäre nach sich zog, war noch zwei Minuten, nachdem es verschwunden, sichtbar.

Am 1. December 1825, etwas nach 5^h Abends sah man in Berlin eine Feuerkugel von der Größe des Vollmondes; ihr Licht war röthlich und etwas matt. Sie verschwand ohne irgend eine Spur zu hinterlassen und ohne ihren Ort geändert zu haben.

---

*) Chladni setzt in Pogg. Ann. VI, 169, wo er diese Feuerkugel erwähnt, hinzu: Aus der Erzählung sieht man, daß der Berichterstatter ganz der Sache unkundig ist.

Anmerk. d. d. Ausg.

IX.

Ueber leuchtende, auf der Sonne und während einer Sonnenfinsterniß beobachtete Meteore.

Hansteen erzählt, daß er, während er am 13. August 1825, $11^{1}/_{4}{}^{h}$ Morgens den Polarstern beobachtete, durch das Gesichtsfeld seines Fernrohrs einen leuchtenden Punkt hindurchgehen sah, dessen Licht den Stern an Helligkeit übertraf. Seine scheinbare Bewegung erfolgte in der Richtung von unten nach oben; sie war langsam und etwas geschlängelt. Hansteen meint, es sei eine Sternschnuppe gewesen.

Dick glaubt, daß die von Hansteen beobachtete Erscheinung keine Sternschnuppe, sondern irgend ein in großer Entfernung befindlicher Vogel gewesen sei, dessen convexe Oberfläche das Sonnenlicht in der Richtung der Axe des Fernrohrs reflectirt habe. Ohne leugnen zu wollen, daß das auf den Federn eines Vogels sehr schief reflectirte Licht einen analogen Effect, wie den von Hansteen beschriebenen, bisweilen hervorbringen könne, bin ich doch der Ansicht, daß diese Erklärung nicht verallgemeinert werden darf. Beim Beobachten der Sonne mittelst des Repetitionskreises habe ich hundert Mal, selbst durch das am Oculare angebrachte dunkle Glas hindurch, große leuchtende Punkte gesehen, welche das Gesichtsfeld des Fernrohrs durchliefen. Sie erschienen zu scharf begrenzt, als daß man nicht hätte annehmen müssen, sie wären entfernt; sie umspannten zu große Winkel, als daß man sich hätte einbilden können, es wären Vögel. Manchmal habe ich zu erkennen geglaubt, daß solche Punkte sich häufiger in den Zeiten des Jahres zeigen, wo ungemein viele flockige Massen von Spinngeweben durch den Wind in unserer Atmosphäre fortgeführt werden. Uebrigens verdient dies Phänomen untersucht zu werden: warum nämlich soll es nicht auch Sternschnuppen am Tage geben, wie sie in der Nacht vorkommen? Wer könnte, wenn diese Meteore in den äußersten Grenzschichten der Atmosphäre entstehen, behaupten, daß die Gegenwart der Sonne ihrer Bildung nicht günstig sei? Ich überlasse es dem Leser zu entscheiden, ob irgend eine Analogie zwischen den so eben besprochenen Erscheinungen, und demjenigen Phänomene stattfindet, dessen Be-

schreibung ich aus einem von dem Unterpräfecten in Embrun, Serres, an den Präsidenten der Akademie der Wissenschaften gerichteten Briefe vom 5. October 1820 entnehme.

„Der Zufall hat mich zum Zuschauer eines Phänomens gemacht, das mir neu und für die Physik und Astronomie nicht ohne Interesse erschien. Als ich am 7. September um ungefähr $1^{3}/_{4}$ Uhr Nachmittags, nachdem ich wie alle Welt die Sonnenfinsterniß beobachtet hatte, durch die Stadt ging, um in den Feldern einen Spaziergang zu machen, sah ich zuerst auf einem der öffentlichen Plätze eine große Menge Leute jedes Geschlechts und Alters stehen, welche die Augen nach der Seite der Sonne hin gerichtet hatten. Ganz eingenommen noch von der Finsterniß ging ich vorüber, ohne zu bemerken, daß man an der Stelle, wo jene Gruppe stand, die Sonne nicht wahrnehmen konnte.

„Weiterhin traf ich eine ähnliche Gruppe Menschen, welche ebenfalls ihre Augen nach der Sonne hin gerichtet hatten; da mir diesmal aber auffiel, daß die Leute, welche diese Gruppe bildeten, in einer Straße ganz im Schatten standen, so ward mir klar, daß sie etwas anderes als die Verfinsterung der Sonne betrachteten, und es fiel mir ein zu fragen, welcher Gegenstand ihre Blicke so fessele. Ich erhielt die Antwort: „Wir betrachten die Sterne, welche sich von der Sonne ablösen. — Was sagen Sie da? — Ja, mein Herr, aber sehen Sie selbst, das wird kürzer sein.“ Ich blickte hin und sah in der That nicht Sterne, sondern Feuerkugeln vom Durchmesser der größten Sterne, die in verschiedenen Richtungen von der obern Halbkugel der Sonne mit einer unberechenbaren Geschwindigkeit fortgeschleudert wurden; und obgleich diese Wurfgeschwindigkeit für alle dieselbe zu sein schien, so erreichten doch nicht alle denselben Abstand.

„Diese Kugeln wurden in ungleichen, aber ziemlich kurzen Zeitintervallen ausgestoßen. Oft waren es mehrere auf einmal, die aber stets unter sich divergirten: die einen bewegten sich geradlinig und erloschen beim Entfernen; andere beschrieben eine parabolische Bahn und erloschen gleichfalls; noch andere endlich kehrten, nachdem sie sich geradlinig bis auf eine gewisse Weite entfernt hatten, auf derselben Linie zurück, und schienen noch leuchtend in die Sonnenscheibe einzutreten. Der Grund dieses prachtvollen Gemäldes war ein etwas dunkles Himmelblau.

„Im Augenblicke meiner Beobachtung stand ich in dem Winkel eines Hauses, das mich hinderte die Sonne zu sehen, und mein Gesichtsstrahl, der an der Dachkante vorbeiging, endigte in einem von dem Rande des Gestirns wenig entfernten Punkte. Die Finsterniß war damals in ihrem Abnehmen.

„Mein Erstaunen beim Anblicke dieses so majestätischen, imponirenden und für mich so neuen Schauspiels war groß; ich will blos anführen, daß es mir nur erst möglich war, den Blick wegzuwenden, als ich es nicht mehr sah, was nach und nach in dem Maaße eintrat, als die Verfinsterung abnahm und die Sonnenstrahlen ihren gewohnten Glanz wieder erhielten. So ging es auch den übrigen gegenwärtigen Personen, von denen Jemand im Augenblicke, wo ich mich von der Gruppe trennte, hinzufügte: „Wenn die Sonne mehr Sterne ausstieß, dann war sie blasser."

„Nachdem ich mich von dem Erstaunen, in das mich dieses bewundernswürdige Phänomen versetzt, erholt hatte, fragte ich zwei Personen, die von mir in den beiden erwähnten Gruppen von Zuschauern erkannt worden waren, durch wen und auf welche Weise sie davon Kunde erhalten hätten. Ich bekam zur Antwort, daß eine Frau aus dem Volke gerufen habe: „Seht doch die feurigen Flammen, welche von der Sonne ausgehen." Eine andere Person sagte mir, daß Kinder von zehn bis zwölf Jahren die Erscheinung zuerst bemerkt, und verwundert über den Vorgang gerufen hätten: „Seht doch, seht doch!" und daß sich so die Gruppe gebildet habe, an der ich bald darauf vorüber gegangen wäre."

X.

Ueber die Bewegungen der Sternschnuppen.

Professor Brandes in Breslau zieht aus seinen zahlreichen Beobachtungen über die Sternschnuppen die folgenden Resultate:

1) Diese Meteore bewegen sich in Bezug auf die Verticale nach allen Richtungen; doch übertrifft die Zahl der Sternschnuppen, welche sich der Erde nähern, die Zahl jener Meteore, die sich von ihr entfernen. Es scheint daraus hervorzugehen, daß die Sternschnuppen während der kurzen Dauer ihrer Erscheinung der Anziehungskraft der Erde unterworfen sind.

2) Wenn man die wirkliche Richtung bestimmt, nach welcher die Sternschnuppen sich bewegen, indem man diese Richtung jedes Mal auf die Richtung der Erde im Augenblicke der Beobachtung bezieht, und dann aus allen diesen partiellen Resultaten das Mittel nimmt: so wird, wenn diese Resultate hinreichend zahlreich sind, die Richtung, welche sie liefern, der der Translationsbewegung der Erde diametral entgegengesetzt sein.

Die Sternschnuppen besitzen unbestreitbar eine eigene Bewegung; aus dem Vorstehenden scheint aber hervorzugehen, daß der größte Theil ihrer scheinbaren Geschwindigkeit eine bloße Täuschung ist, die von der Translationsbewegung der Erde herrührt. Ist es nicht merkwürdig, daß man durch die Beobachtung einer so flüchtigen und unbeständigen Erscheinung zu einem neuen Beweise für die Bewegung unserer Erde gelangt?

Ohne Zweifel habe ich nicht nöthig hier zu wiederholen, daß die Berechnung der wirklichen Bahn des Meteors in Höhe und Azimut die Vergleichung gleichzeitig an zwei entfernten Orten gemachter Beobachtungen erfordert.

XI.

Verhältniß zwischen den Zahlen der Sternschnuppen im August und September.

Forster glaubt gefunden zu haben, daß sich die Zahl der Sternschnuppen, welche man im August bemerkt, zu der Zahl derjenigen, die sich im September zeigen, wie 3 : 2 verhält. Nach demselben Beobachter ist in den andern Monaten des Jahres dies Phänomen drei Mal weniger häufig als im August.

XII.

Sternschnuppen in der Nacht vom 12. zum 13. November 1836.

Die dem Befehlshaber der Bonite von der Akademie der Wissenschaften übergebenen Instructionen (vergl. den 9. Bd. der sämmtl. Werke S. 28) forderten die Seefahrer auf, sorgfältig alle Meteore zu beobachten, die sich am Himmel vom 10. bis 15. November, und besonders während der Nacht vom 12. zum 13. November, dem bekannten Datum einer Art ganz außerordentlichen Sternschnuppenregens, zeigen könnten. Selbstverständlich war dieselbe Empfehlung auch an alle Beobachter mit festen Wohnorten gerichtet. Daher habe ich auch nicht unterlassen, die vier jungen Astronomen, welche das Längenbureau unter meine Direction gestellt hat, die Herren Mauvais,

Bouvard, Laugier und Plantamour aufzufordern, sich vom Untergange bis zum Aufgange der Sonne der Reihe nach auf der obern Terrasse der Sternwarte während der Nächte im Anfange des November 1836 aufzustellen, und den Augenblick der Erscheinung jeder Sternschnuppe, die Richtung ihrer Bewegung in Bezug auf die Fixsterne, ihre Dauer und ihren Glanz genau aufzuzeichnen.

Das schlechte Wetter hatte diese Beobachtungen bis zum 12. vereitelt; an diesem Tage aber klärte sich am Abend der Himmel auf, und man sah vom 12. um 6^h 48^m Abends mittlerer Zeit bis zum 13. um 6^h 35^m Morgens 170 Sternschnuppen, was im Mittel etwas mehr als eine für jede 4 Minuten gibt; jedoch ist zu beachten, daß das Dämmerungslicht am Morgen die schwächeren dieser Meteore unsichtbar machen mußte.

Mitten in der Nacht von 11^h 45^m bis 2^h 5^m, also in 2 Stunden 20 Minuten, wurden 71 Sternschnuppen gezählt, was im Mittel eine Sternschnuppe auf 2 Minuten ergibt.

In der Nacht vorher war von 11^h 45^m bis 12^h 30^m nur eine einzige gesehen worden!

Von den 170 zuvor erwähnten Sternschnuppen haben

52 das Sternbild des Löwen durchlaufen,

73 sich in Richtungen bewegt, die verlängert durch dasselbe Sternbild gingen,

40 Bahnen verfolgt, die nicht im Löwen endigten, und

5 sind nach ihrem Erscheinen sofort wieder verschwunden.

Ueber die in verschiedenen Städten Frankreichs in der Nacht vom 12. zum 13. November angestellten Beobachtungen habe ich viele Briefe erhalten. Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, daß man überall, wo der Lauf der Meteore verfolgt wurde, sie gegen das Sternbild des Löwen gerichtet gesehen hat.

Herr Nell de Bréauté, der in La Chapelle bei Dieppe beobachtete, gibt an, daß die Zahl der Sternschnuppen in der Nacht vom 12. zum 13. November zwanzig Mal größer war, als in den gewöhnlichen Nächten.

Folgendes ist eine Uebersicht über die Briefe, die ich über diese Asteroiden erhalten habe:

Paris. — Auf der Sternwarte zu Paris sah man, wie schon gesagt, von 6^h 48^m Abends bis 6^h 35^m Morgens, also in ungefähr $11^3/_4$ Stunden 170 Sternschnuppen.

Herr Méret in Bercy wurde durch die Nebel, die daselbst die untern Theile des Himmels bedeckten, gehindert; dennoch zählte er von Mitternacht bis 6^h Morgens 120 Sternschnuppen.

Aber nur von 84 war der Lauf aufgezeichnet; 57 kamen aus dem Löwen oder gingen in Linien, die bei ihrer Verlängerung dieses Sternbild getroffen haben würden.

Herr Charles Coquerel hat nur von 4 bis 6 Uhr beobachtet; in diesem kurzen Zeitraume von 2 Stunden hat er mindestens 26 Sternschnuppen gesehen.

Im Allgemeinen bewegten sich diese Meteore in Linien, die bei ihrer Verlängerung auf den Löwen trafen. Einige jedoch schienen gegen Osten horizontale, in der Höhe von ungefähr 40° gelegene Linien zu durchlaufen. Alle ohne Ausnahme gingen nach Norden.

La Chapelle (bei Dieppe). — Die Herren Amédée Racine und Calais haben die Erscheinung unter Leitung des Herrn Nell de Bréauté beobachtet. Von 11^h 39^m Abends bis 3^h 24^m Morgens, also in ungefähr 3 Stunden 45 Min. wurden 36 Sternschnuppen wahrgenommen.

Pon-Altemare (Dep. des Ain). — Herr Millet Daubanton hat in der Nacht vom 12. bis 13. November von 8^h Abends bis 6^h Morgens, also in 10 Stunden 75 Sternschnuppen gesehen.

Sie waren folgendermaßen vertheilt: Von 8^h bis 12^h, 15; von 12^h bis 3^h Morgens, 22; von 3^h bis 6^h, 38.

Straßburg. — Herr Fargeau, Professor der Physik, hat, unterstützt durch drei seiner Schüler, von 10^h 45^m Abends bis 2^h 37^m Morgens, also in 3 Stunden 52 Min. 85 Sternschnuppen gesehen. Fargeau sagt, daß er einigen Grund habe, anzunehmen, daß bei weitem nicht alle Meteore, die sich gezeigt haben, notirt worden seien.

57 von den 85 Sternschnuppen, die von Fargeau beobachtet worden, verfolgten Linien, die nach dem Löwen gerichtet waren. Von den 28 übrigen Meteoren kamen mehrere vielleicht auch aus demselben Sternbilde, aber die Richtung ihres Laufes ist nicht bestimmt worden.

Frau Glück und Herr Holl haben von 10^h 20^m Abends bis 2^h 25^m Morgens, also in 4 Stunden 5 Min. 28 Sternschnuppen gesehen.

Arras. — Herr Larzillière, Professor der Mathematik am Collége, hat die Erscheinung nicht fortwährend beobachtet; manchmal hat er sich sogar begnügt, durch das Fenster seines Zimmers zu beobachten, von wo

er nur einen Theil des Himmels deutlich sehen konnte. Obgleich seine Beobachtungen erst um 3^h anfingen und um 6^h Morgens endigten, wurden von ihm doch 23 Sternschnuppen wahrgenommen; 18 von diesen Meteoren gingen in Linien, deren Ursprung in dem Sternbilde des Löwen lag, oder die bei ihrer Verlängerung dasselbe getroffen haben würden.

Angers. — Herr Morren, Professor der Physik am königl. Collége zu Angers hat nicht die ganze Nacht beobachtet. Von $2^h\ 20^m$ bis $4^h\ 21^m$ hat er 49 Sternschnuppen gesehen. Während aller dieser Beobachtungen, sagt Herr Morren, war das Gesicht nach dem Sternbilde des Löwen hin gewandt; folglich blieb ein großer Theil des Himmels unbeachtet.

Rochefort. — Von $1^h\ 30^m$ bis $3^h\ 30^m$ hat Herr Salneure, Schiffslieutenant, 23 Sternschnuppen beobachtet.

Le Havre. — Herr Colback, Kaufmann, meint, daß er von 9^h Abends bis 2^h Morgens im Mittel, in jeder Minute eine Sternschnuppe wahrnahm. Um 2^h bedeckte sich der Himmel mit einem leichten Nebel.

Wenn ich von den Orten, wo man die Sternschnuppen gezählt hat, der Reihe nach zu denjenigen übergehen wollte, wo die Beobachtung nicht mit demselben Grade von Genauigkeit durchgeführt worden ist, so würde das Verzeichniß zu ausgedehnt werden. Ich begnüge mich daher mit der Anführung, daß in der Nähe von Nogent-sur-Vernisson die Erscheinung einen so ungewöhnlichen Character hatte, daß sie die Aufmerksamkeit eines Dieners des Herrn Costaz auf sich zog; daß in der Umgegend von Tours die Landleute sich am Morgen des 13. von dem Feuerregen unterhielten, der während der Nacht stattgefunden habe; und daß endlich in dem Rhonethale, in der Umgegend von Culloz die Asteroiden mit einer solchen Schnelligkeit auf einander folgten, daß die Bevölkerung, welche sie durch den Nebel sah, dieselben für Blitze hielt, daß sie an ein Gewitter oder an das Wiedererscheinen des glänzenden Nordlichts vom 18. October glaubte.

Bildeten die Sternschnuppen in der Nacht vom 12. zum 13. November durch ihre Anzahl ein außerordentliches, ein ungewöhnliches Phänomen?

Auf der pariser Sternwarte wurde in der Nacht vom 12. bis 13. im Mittel beobachtet:

14	Sternschnuppen	in 1	Stunde
29	„	in 2	„
43	„	in 3	„
58	„	in 4	„
u. s. w.		u. s. w.	

Vergleichen wir diese Resultate mit den Beobachtungen der vorhergehenden und folgenden Nächte. Auf der Sternwarte wurde gesehen:

0	Sternschnuppe	in 1 Stunde, in der Nacht	vom 11. zum 12.
3,5	„	„ „ „ „ „ „	vom 13. zum 14.
2,3	„	„ „ „ „ „ „	vom 14. zum 15.

Die Folgerung liegt am Tage.

Die Beobachtungen von Méret sind nicht minder entscheidend. Dieselben geben im Mittel:

20	Sternschnuppen	in 1	Stunde
40	„	in 2	„

Dagegen sah Méret am 11. von $7^1/_2$ bis $9^1/_2$ Uhr, also in 2 Stunden, nicht ein einziges dieser Meteore.

Gehen wir endlich zu den Beobachtungen von Millet Daubanton. Millet sah im Mittel in der Nacht vom 12. zum 13. November:

7,5	Sternschnuppen	in 1	Stunde
15	„	in 2	„
22	„	in 3	„
30	„	in 4	„
u. s. w.		u. s. w.	

Dagegen bemerkte er am 6. November in zwei Stunden keine einzige Sternschnuppe.

Am 7.	sah er	4	in 4	Stunden
Am 8.	„ „	0	in 3	„
Am 9.	„ „	1	in 6	„
Am 14.	„ „	2	in 6	„

Ich will hier nicht die Richtung, welche die durchlaufenen Bahnen am häufigsten zeigten, als einen unterscheidenden Character des Phä-

nomens vom 13. November anführen. Denn aufmerksam gemacht durch die für die Bonite bestimmten Instructionen hat Jeder seine Aufmerksamkeit speciell der Gegend des Löwen zugewandt; nach dieser Seite hin würden also die Beobachtungen vollständiger und zahlreicher gewesen sein, selbst wenn die Meteore gleichmäßig über den ganzen Himmel vertheilt gewesen wären. Dagegen will ich hier auf folgende nicht minder wichtige Betrachtung eingehen.

In jeder Jahreszeit scheinen die gewöhnlichsten Richtungen, nach welchen sich die Sternschnuppen bewegen, in dem der Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn diametral entgegengesetzten Halbkreise zu liegen (vergl. 9. Bd. sämmtl. Werke S. 28). Am 13. November durchläuft nun die Erde eine Tangente ihrer Bahn, die nach dem Löwen gerichtet ist; vom Löwen muß also die größte Zahl der Meteore am 13. November auszugehen scheinen, selbst unter der Voraussetzung, daß die wirklichen Bewegungen gleichmäßig nach allen Richtungen vertheilt sind. Wenn man künftig sehr genau alle diese scheinbaren Bewegungen notirt, so wird man auf das Phänomen der Asteroiden ein Licht werfen, das uns gegenwärtig gänzlich fehlt.

Anstatt die Bahnen der Sternschnuppen nach den Sternbildern anzugeben, haben die Beobachter in Dieppe sie auf die Cardinalpunkte bezogen. Das mittlere Azimut der 36 von Racine und Calais beobachteten Meteore ist nach den Rechnungen von de Bréauté, Süd 111° West; das Azimut der Verlängerung der Tangente, welcher die Erde in der Mitte der Nacht folgte, war Süd 98° West. Die mittlere Richtung des Laufes der kleinen Anzahl zu La Chapelle beobachteten Asteroiden fällt also bis auf 13° mit der der Translationsbewegung der Erde diametral entgegengesetzten Richtung zusammen.

Wenn man zahlreichere und vollständigere Beobachtungen mit Messungen von Parallaxen combinirt, so werden sie lehren, ob alle Bewegungsrichtungen in demselben Grade in der Zone von Asteroiden, welche die Erde am 13. November durchschneidet, existiren, oder ob eine einfach konische (conique?) Flut für die Erklärung des Phänomens genügen würde, u. s. w. Bevor aber diese thatsächlichen Grundlagen aufgeklärt sein werden, dürfte es voreilig sein, nach einer physischen Ursache dieser merkwürdigen Erscheinungen zu suchen; nach-

zuforschen z. B., ob man, um darüber Rechenschaft zu geben, nicht würde annehmen müssen, daß einst ein großer Planet in viele Milliarden Stücke in dem Augenblicke zersprang, wo sich die Erde an dem Orte befand, den sie gegenwärtig am 13. November einnimmt; ob diese Stücke nicht einander wie die Molecüle, woraus die Kometenschweife bestehen, folgen u. s. f.

Diese Asteroiden werden offenbar nur sichtbar, wenn sie in die Erdatmosphäre eindringen. Im Jahre 1836 zeigten die glänzendsten ein Licht, das dem der Venus gleich kam. Alle oder fast alle ließen hinter sich einen Funkenschweif, dessen Glühen von 1 bis 6 Secunden anhielt. Bei einigen dieser Meteore lag zwischen dem Orte ihres Erscheinens und dem Orte ihres Verschwindens ein Bogen von nicht weniger als 25°. Wäre es ausgemacht, daß man wirkliche Bewegungen beobachtet hätte, so würden wir unvermeidlich zu der Folgerung geführt werden, daß die Materie der Asteroiden des 13. November eine sehr geringe Dichtigkeit besitzt.

Die letzte Erscheinung der Asteroiden wird ohne Einwand dargethan haben, daß sie bisweilen auf die Erde fallen. Millet gibt nämlich an, mehrere dieser Meteore bemerkt zu haben, die auf den Abhang der ihn umgebenden Berge fielen; der Corvettencapitän Bérard seinerseits hat in Paris ein solches Meteor bis zur Höhe der Brustlehne des Pont Royal niederfallen sehen.

XIII.

Sternschnuppen in der Nacht vom 10. bis 11. August 1837.

In der Nacht vom 10. zum 11. August 1837 fand eine außerordentliche Erscheinung von Sternschnuppen statt. Mein ältester Sohn, der nicht Astronom ist, und einer seiner Freunde haben von 11¼ bis 12½ Uhr beim Spazierengehen im Garten der Sternwarte 107 gezählt. Von $12^h\ 37^m$ bis $3^h\ 26^m$, dem Beginn der Dämmerung, haben die astronomischen Eleven Bouvard und Laugier 184 solcher Metrore beobachtet. Die größte Zahl schien sich gegen den Stier hin zu richten, wie dies nach der Richtung der Translationsbewegung der Erde sein mußte.

Mehrere Briefe, die ich erhalten habe, scheinen darzuthun: 1) daß sich das Phänomen nicht blos im Jahre 1837 gezeigt hat; 2) daß es nicht blos in Paris beobachtet worden ist; 3) daß man bei der in diesem Monate eintretenden Erscheinung ebenso wie bei der im November stattfindenden während mehrerer aufeinanderfolgender Nächte eine merklich größere Anzahl von Sternschnuppen als sonst beobachtet.

Herr de la Tremblais, Präfecturrath und Generalsecretär des Departement des Indre hat mir von Châteauroux geschrieben, daß er am 9. Abends, als er wenige Meilen von der Stadt entfernt war, Gelegenheit gehabt hat, ein ähnliches Phänomen zu beobachten.

„Von 10^h bis 10^h 35^m, erzählt er, sah ich ungefähr dreißig solche Sternschnuppen und sicher habe ich nicht alle gesehen, die erschienen; denn ich fuhr in offenem Wagen auf der Landstraße in der Richtung von Nordwest nach Südost, so daß ich nur den zwischen Cassiopeja und Adler eingeschlossenen Theil des Himmels beobachten konnte und war außerdem auch durch die Nothwendigkeit, mein Fuhrwerk zu lenken, etwas abgezogen. Ich habe nun beobachtet:

„Alle diese Sternschnuppen erschienen in der Gegend des Sternbildes Pegasus oder etwas weiter nach der Cassiopeja hin. Alle bewegten sich auf einer von diesem Sternbilde nach dem Antinous gezogenen Linie, einige über ihr, der größere Theil unter ihr, aber immer parallel mit derselben. Sie durchliefen diesen Theil des Himmels mit einer großen Geschwindigkeit, die, so weit sich dies beurtheilen ließ, bei allen dieselbe war. Nur zwei von ihnen ließen eine leuchtende Spur von einer oder zwei Secunden Dauer hinter sich zurück.

„Am folgenden Abend, am 10. ging ich gegen 10 Uhr hinaus und sah innerhalb einer Viertelstunde noch fünf oder sechs Sternschnuppen in demselben Theile des Himmels und in derselben Richtung wie die vorhergehenden. Gezwungen nach Hause zurückzukehren, konnte ich diese Beobachtung nicht fortsetzen.

„Am 11. Abends zu derselben Zeit habe ich in dem Zeitraume einer halben Stunde nur zwei Sternschnuppen gesehen. Eine dritte sehr glänzende erschien in der Nähe des Arktur, und bewegte sich fast senkrecht auf den Horizont.“

Walferdin befand sich 1836 in Bourbonne-les-Bains und hat in sein Tagebuch für die Nacht vom 8. zum 9. August folgende Bemerkungen aufgezeichnet:

„Am 8. August 1836, von $9^1/_2$ bis $11^1/_2$ Uhr, bei vollkommen reinem Himmel, bemerkte ich von Neuem eine große Anzahl Sternschnuppen; gestern konnte ich keine Beobachtung machen, da ich zum Beobachten allein war; ich richtete meine Blicke vorzüglich nach Norden und zählte in 1 Stunde oder vielmehr in zwei halben Stunden, weil ich etwas ausgeruht hatte, 156 bis 158 Sternschnuppen. Ich habe nicht weniger als 2 auf die Minute beobachtet.

„Sie bewegten sich von oben nach unten, und entfernten sich mehr oder weniger von der Verticalen. Die größte Anzahl lief in der Richtung von West nach Ost und von Westsüdwest nach Ostnordost.

„Eine Sternschnuppe habe ich bemerkt, die sich fast horizontal bewegte, oder nur eine Neigung von wenigen Graden hatte, und hinter sich einen langen Schweif oder eine Reibe mehr weißlich als röthlich leuchtender Punkte zurückließ; ihre Dauer erreichte 6 bis 7 Secunden. Es war kein Wind.“

Graziani hat in Rom zwei aufeinanderfolgende Jahre, 1826 und 1827, eine ganz ungewöhnliche Zahl von Sternschnuppen in den Nächten des 14. und 15. August beobachtet. Im Jahre 1826 zählte er in den beiden genannten Nächten mehr als 50 in der Stunde; er war nur im Stande die Erscheinung von 10 Uhr bis Mitternacht zu beobachten; die meisten dieser Meteore schienen eine Richtung von Nordosten nach Südwesten zu haben.

Ich darf diese Gelegenheit nicht unbenutzt vorübergehen lassen, um den Physikern mitzutheilen, daß Quetelet, der Director der brüsseler Sternwarte, bereits 1836 erkannt hatte, daß Mitte August eine Epoche ist, wo man eine große Menge Sternschnuppen zu sehen erwarten darf; es ist dies eins der sehr interessanten Resultate, welche die Wissenschaft den mühevollen und anhaltenden Untersuchungen, welche Quetelet über diese geheimnißvolle Erscheinung angestellt hat, verdankt.

XIV.

Sternschnuppen in der Mitte des November 1837.

Meine Privatcorrespondenz hat mir über die Sternschnuppen in der Mitte des November folgende Berichte gebracht. Man hat sich zu sehr beeilt zu behaupten, daß diese Meteore zu der betreffenden Zeit im

Jahre 1837 ausgeblieben wären; daß von jetzt an von ihrer Periodicität nicht mehr die Rede sein könnte, u. s. w. Die frühern Erscheinungen haben nicht genau an demselben Tage stattgefunden; daher beweist das Fehlen der Sternschnuppen in Paris während der heitern Nacht vom 12. zum 13. November Nichts. Uebrigens würde das Licht des Vollmondes hingereicht haben, um alle diejenigen dieser Meteore unsichtbar zu machen, deren Lichtintensität geringer als die der Sterne zweiter Größe gewesen wäre. Will man den Tag als constant annehmen, so beweist aber wieder Nichts, daß die erwarteten Meteore nicht am Tage durch die Atmosphäre der Hauptstadt gegangen sein können. Endlich hat Niemand behauptet, daß der Strom der Meteore überall auf der Erde in die Atmosphäre eindringen müsse. Als sie im Jahre 1833 in Amerika für die Bevölkerung ein Gegenstand des Schreckens waren, hat man sie in Frankreich kaum bemerkt. Im vorigen Jahre sah man an dem Tage, wo in Europa ihre große Zahl Jedermann auffiel, auf der Bonite nur einige vereinzelte Sternschnuppen. Ohne Zweifel ist die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung noch in Dunkel gehüllt; ist dies aber nicht ein Grund mehr, keine Beobachtung verloren gehen zu lassen?

Nacht vom 12. zum 13. November.

Paris. — Eine einzige Sternschnuppe, um $1^h\ 50^m$ mittlerer Zeit.

Montpellier. — Um 9^h wahrer Zeit eine Sternschnuppe. Von 3^h bis $4^h\ 45^m$ keine einzige. Von $4^h\ 45^m$ bis 5^h drei Sternschnuppen.

Die drei Sternschnuppen kamen aus einem ungefähr 20 Grad südlich von δ im Löwen gelegenen Punkte. Sie gingen mit einer großen Geschwindigkeit und fast in der Richtung des Meridians nach Süden. Die erste glänzte wie ein Stern erster Größe. Der Himmel war vollkommen rein. (Beobachtungen von Bérard.)

Genf. — $12^h\ 20^m$ ... Zeit, Sternschnuppen, die nach den Sternen ι und ϑ im Fuße des großen Bären gehen, und gegen den Horizont eine schiefe Richtung haben.

$2^h\ 50^m$. Sternschnuppe von schwachem Glanze, die das Viereck des kleinen Bären in schiefer Richtung gegen den Horizont von Ost nach West durchschneidet.

$3^h\ 10^m$. Sehr schöne Sternschnuppe, die vom Löwen ausgeht und gegen den Kopf des großen Bären gerichtet ist.

$4^h\ 8^m$. Sternschnuppe von schwachem Glanze, die vom großen Bären nach dem kleinen zu geht und das Viereck des letzteren parallel mit dem Horizonte durchschneidet.

$4^h\ 12^m$. Rothe Sternschnuppe, die sich von dem Viereck des großen Bären gegen den Polarstern hin bewegt.

$4^h\ 25^m$. Sternschnuppe, die vom Schwanze des großen Bären ausgeht und sich schief gegen den Horizont bewegt. Wolkiger Himmel, wenig zu Beobachtungen geeignet. (Beobachtungen von Wartmann.)

Marseille. — 7^h wahrer Zeit. Sternschnuppe erster Größe nahe bei β in der Andromeda, von Süden nach Norden gerichtet.

$2^h\ 18^m$. Sternschnuppe zweiter Größe im Südosten, in 10^0 Höhe, Richtung von Süden nach Osten.

$2^h\ 48^m$. Sternschnuppe zweiter Größe, vom Löwen kommend, von α Hydrae an bis zum Schiff. Weg von 20^0 in 1 Secunde.

$3^h\ 38^m$. Sternschnuppe dritter Größe, nahe beim Sirius entstehend und nach Südwest ziehend in der Richtung nach γ im Löwen. Kurzer und rasch zurückgelegter Weg ungefähr von 10^0.

$3^h\ 42^m$. Sternschnuppe zweiter Größe zwischen Pollux und Procyon, nach der entgegengesetzten Seite vom Löwen gehend. Weg von 4^0 bis 5^0 in weniger als 1 Secunde.

$4^h\ 18^m$. Sternschnuppe dritter Größe vom Sirius ausgehend nach der entgegengesetzten Seite vom Löwen. Weg von 4^0 bis 5^0 in $^1/_2$ Secunde.

$5^h\ 24^m$. Sternschnuppe dritter Größe gegen den Schwanz des großen Hundes, von γ im Löwen ausgehend. Weg von 4^0 bis 5^0 in $^1/_2$ Secunde.

$5^h\ 38^m$. Sternschnuppe dritter Größe nahe bei α Hydrae, von γ im Löwen kommend. Weg von 4^0 bis 5^0 in $^1/_2$ Secunde.

$5^h\ 46^m$. Sternschnuppe erster Größe, von Regulus nach der entgegengesetzten Seite von γ im Löwen. Weg von 4^0 bis 5^0 in $^1/_2$ Secunde.

$6^h\ 6^m$. Sternschnuppe erster Größe von Jupiter gegen γ im Löwen. Weg von $20'$ in 1 Secunde.

Von diesen zehn Sternschnuppen bewegten sich die acht letzten nach der erwarteten Richtung. Man kann daher annehmen, daß sie zu der bereits bekannten Gruppe gehören. Ohne den Mondschein würde man wahrscheinlich eine größere Anzahl wahrgenommen haben. Der Himmel war vollkommen heiter. (Beobachtungen von Valz, Director der Sternwarte in Marseille.)

Nacht vom 14. bis 15. November.

Jambles (Dep. der Saone und Loire). — Von 8 bis $8^1/_2$ Uhr (mittlerer Zeit), 39 Sternschnuppen, alle von Osten nach Westen gehend. (Beobachtungen von de Nervaux.)

Nacht vom 15. bis 16. November.

Paris ... (Zeit nicht angegeben), 17 Sternschnuppen in $1^1/_2$ Minute. Sie kamen alle aus dem Sternbilde der Cassiopeja oder seinen Umgebungen, und hatten die Richtung von Osten nach Westnordwest. (Im Collége Rollin von Ch. Dame gemachte Beobachtungen.)

XV.

Ueber die periodischen Sternschnuppen im August.

Gegen Ende des Jahres 1836 bezeichnete Quetelet (s. S. 512) die Zeit um den 10. August als eine Zeit, wo ungewöhnlich zahlreiche Sternschnuppen sich zeigen. Die Introductio ad philosophiam naturalem von Musschenbroek, die 1762 erschienen ist, hat seitdem dem gelehrten brüsseler Astronomen eine Stelle geliefert, die unglücklicherweise nicht präcis ausgedrückt ist, aus welcher jedoch mit einiger Wahrscheinlichkeit hervorzugehen scheint, daß dasselbe Phänomen bereits vor 75 Jahren beobachtet worden ist. Das Jahr 1837 hat bekanntlich die glückliche Vermuthung Quetelet's bestätigt. Es ist daher sehr wichtig, gegenwärtig das Verzeichniß der ungewöhnlichen Sternschnuppenerscheinungen, die im Monat August haben beobachtet werden können, möglichst vollständig zu machen. Quetelet hat diese Arbeit begonnen; Herrick hat ebenfalls Mühe auf sie verwandt, und einen schätzbaren Beitrag geliefert.

9. August 1779.*) — Die Philosophical Transactions Bd. 70 enthalten einen Brief von Sir William Hamilton, in welchem der Verfasser nach einer Beschreibung des Ausbruchs des Vesuvs von 1779 Folgendes hinzufügt: Am 9. August um 7 Uhr Abends war Alles ruhig. Jeder bemerkte, daß in dieser Nacht während mehrerer Stunden nach dem Aus-

*) Alle hier folgenden Angaben, mit Ausnahme einer einzigen, sind bereits in dem Verzeichnisse zum 4. Bande der populären Astronomie enthalten!

Anmerk. d. d. Ausg.

bruche die Atmosphäre mit den Meteoren erfüllt war, die allgemein unter dem Namen der Sternschnuppen bekannt sind.

8. August 1781. — Caleb Gannet sagt in seinem Historical Register of the Aurora borealis (in den Memoirs of the American Academy, Boston 1785), daß in der Nacht vom 3. August 1781 sich eine große Zahl von Meteoren zeigte, die im Allgemeinen von Nordwest nach Südost gingen.

9. August 1799. — In einem interessanten, schon vor langer Zeit von dem berühmten Lexicographen Dr. Noah Webster veröffentlichten Buche mit dem Titel: Brief history of epidemic and pestilential diseases (Hartford 1799) liest man im 2. Bande S. 89: „Während der großen Hitze, welche die pestartige Krankheit des Sommers von 1798 hervorbrachte, waren die kleinen Meteore oder Sternschnuppen während mehrerer Nächte um den 9. August herum unglaublich zahlreich. Fast alle bewegten sich von Nordost nach Südwest und folgten sich so schnell auf einander, daß das Auge eines aufmerksamen Beobachters fast immer zu thun hatte."

9. August 1820. — In Tilloch's Phil. Mag. and Journal und in London Mag., 1821, Bd. 57, hat John Farey angezeigt, daß er in der Nacht vom 9. August 1820 in Gosport Zeuge einer ungewöhnlichen Anzahl Sternschnuppen gewesen ist.

10. August 1826. — Eine ungewöhnliche Erscheinung von Sternschnuppen fand in der Nacht vom 10. August statt. Diese Bemerkung ist entnommen aus den Results of a Meteorological Journal vom August 1826, das auf dem Observatorium der königl. Akademie in Gosport gehalten worden ist.

10. August 1823. — Der Professor W. H. Brandes, dessen Sternschnuppenbeobachtungen unbestritten die besten sind, die wir besitzen, sagt in seinen Unterhaltungen für Freunde der Physik und Astronomie, Leipzig 1829 (S. 9), daß in der Nacht vom 10. August 1823 von ihm und seinen Mitbeobachtern in weniger als zwei Stunden 140 Sternschnuppen angezeichnet wurden, wobei sie manche unangemerkt vorbeilassen mußten, da es unmöglich war, alle näher zu bestimmen. Brandes fügt hinzu: „Dieser Abend war bei sehr stiller, milder Luft und nicht ganz wolkenfreiem Himmel so reich an Sternschnuppen, daß selbst Reisende, die kein weiteres Interesse an diesen Erscheinungen nahmen, durch die zahlreichen und großen feurigen Meteore aufmerksam gemacht wurden."

10. August 1833. — In dem London Magazine of Natur. Hist. Mai 1837, S. 232 liest man: „10. August 1833 zwischen 10 Uhr und Mitternacht Sternschnuppen und Meteore in Worcestershire."

In Betreff genauerer Einzelheiten muß man eine Abhandlung von Lees, die in dem Analyst (London), August 1834, Nr. 1, S. 33 steht, nachsehen. Ich habe mir, sagt Herrick, diese Zeitschrift nicht verschaffen können.

10. August 1834. — Eine außerordentliche Anzahl von glänzenden Meteoren oder Sternschnuppen wurde in einigen Theilen dieser Gegend gesehen. Diese Stelle ist aus dem meteorologischen Journal des Dr. Henri Gibbons genommen, eines genauen und vertrauenswürdigen Beobachters, der sich damals zu Wilmington (Delaware) aufhielt.

Nacht vom 9. bis 10. August 1836. — In dem Meteorological Appendix zum Curatorialberichte der Universität New-York, der im März 1837 verfaßt ist, finde ich S. 169: „9. August 1836, häufige Meteore während der Nacht zu Bridgewater, New-York, Professor B. J. Joslin, aus Schenectady, New-York. Ein genauer und sorgfältiger Beobachter, sagt Herrick, hat mir folgenden Auszug aus seinen Bemerkungen mitgetheilt: „Wenn ich alle meine Beobachtungen zusammenstelle, so finde ich, daß während des größten Theiles des Abends, zu Ende wie zu Anfang, die Sternschnuppen in der Zahl von ziemlich 150 auf die Stunde fielen." Das ist sicher eine stark über das gewöhnliche Mittel gehende Zahl.

Nacht vom 9. zum 10. August 1837. — Eine außerordentliche Anzahl von Sternschnuppen oder Feuerkugeln wurde in verschiedenen Städten der vereinigten Staaten bemerkt. Die näheren Umstände dieser Erscheinungen sind in dem American Journal of sciences, October 1837 angegeben.

Während der wenigen Stunden, die ich im Jahre 1837 in Brüssel zubrachte, erwähnte Dr. Th. Forster gegen Quetelet und mich eine interessante Angabe in einem alten Manuscripte, das wahrscheinlich bis zum Ende des 17. Jahrhunderts zurückgeht, dessen genaueres Datum aber zu bestimmen sich jetzt der Mühe lohnen würde. Dies in einem der Collegien in Cambridge aufbewahrte Manuscript führt den Titel: Ephemerides rerum naturalium. Es ist ein Kalender, worin man neben jedem Tage eine Vorhersagung oder eine auf die Vorgänge in der Natur, welche die verschiedenen Epochen des Jahres characterisiren, bezügliche Bemerkung findet; nun, in dieser Art Kalender steht neben dem 10. August das Wort meteorodes!

Forster berichtete uns gleichzeitig, daß seine katholischen Landsleute in alter Zeit so gut die ungewöhnliche Zahl von Sternschnuppen

am 10. August bemerkt hatten, daß sie die Ursache derselben aufsuchen zu müssen geglaubt hätten. Nach ihnen wären diese Meteore die brennenden Thränen des heiligen Laurentius, dessen Fest genau auf jenen Tag fällt. Bei einer aufmerksamen Prüfung der Volksmeinungen ist fast stets etwas zu gewinnen.

XVI.

Ueber die Präcessionsbewegungen der Sternschnuppen.

Erman, Boguslawsky und Chasles haben sehr gelehrte Discussionen angestellt, woraus unbestreitbar hervorgeht, daß die großen periodischen Sternschnuppenfälle oder Erscheinungen Präcessionsbewegungen unterworfen sind. Diese langsamen oder schnellen Bewegungen lassen sich nicht mit einer Entdeckung vereinigen, die ein Mitglied der Akademie beim Studium der alten italienischen Schriftsteller gemacht haben will. „In den Scriptores rerum Italicarum, sagt dieser Akademiker, findet man eine große Zahl von meteorologischen Beobachtungen. Wenn ich mich über diesen Gegenstand verbreiten dürfte, so würde ich eine Liste von zahlreichen Sternschnuppen zu geben vermögen, die in verschiedenen Jahrhunderten um den 12. November beobachtet worden sind."

Nähmen wir zahlreiche Erscheinungen von Sternschnuppen um den 12. November für die vergangenen Jahrhunderte als vollständig erwiesen an, so würde jede Präcessionsbewegung verschwinden. Es ist daher gar sehr zu wünschen, daß man genau die Stellen der italienischen Schriftsteller, auf welche jene Worte anspielen, erfährt. Ohne dies würden die vorstehenden, der Histoire des sciences mathématiques en Italie entlehnten Zeilen die Fortschritte eines sehr wichtigen und sehr interessanten Zweiges der Meteorologie hemmen können. Das einzige Citat, das angeführt wird, rührt nicht von einem italienischen Schriftsteller, sondern von Gregor von Tours her. Dieses Citat scheint sich übrigens nicht auf Sternschnuppen zu beziehen. Was sagt eigentlich der Bischof von Tours? Daß in der

Nacht vom 9. November 577 ein großes Wunder erschien; daß man im Centrum des Mondes einen Stern glänzen sah; daß andere Sterne auch etwas oberhalb und unterhalb des Mondes sich zeigten, und daß sich um eben dieses Gestirn der Kreis bildete, der oft Regen verkündet.

In alle dem steht nicht ein Wort, woraus man folgern könnte, daß die Sterne, von denen das Wunder erzählt, sich bewegten, daß sie Sternschnuppen waren. Es dürfte überflüssig sein, über den angeblichen Stern, der sich auf den Mittelpunkt des Mondes projicirte, Vermuthungen anzustellen. Was die andern betrifft, so waren es vielleicht gewöhnliche Sterne, oder auch die Nebenmonde, welche ziemlich oft die Höfe begleiten.

XVII.

Bericht über eine auf die Sternschnuppen sich beziehende Notiz Eduard Biot's.

In Uebereinstimmung mit den Vorschlägen einer Commission *) hat die Akademie entschieden, daß eine Arbeit von Eduard Biot über die in China in sehr entlegenen Zeiten beobachteten Sternschnuppen und Feuerkugeln in das Recueil des savants étrangers aufgenommen werden soll. Der Verfasser legt heute eine ergänzende Notiz zu jener ersten Arbeit vor. Die Physiker werden darin eine neue Discussion der alten Beobachtungen finden. Durch sehr geschickte Anwendung von graphischen Darstellungen macht Ed. Biot auch für die ungeübtesten Augen das Vorhandensein zweier Maxima in den Erscheinungen des Phänomens auffällig. Das eine entspricht einer zwischen den 18. und 27. Juli (julianischer Kalender) liegenden Epoche, während das andere zwischen den 11. und 20. October fällt. Aus dem

*) Diese Commission bestand aus Arago und Babinet als Berichterstatter; die Arbeit Biot's führte den Titel: Catalog der zwischen den Jahren 687 und 1275 n. Chr. in China beobachteten Meteore. (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Bd. 14, S. 699; Sitzung vom 16. Mai 1842.) Der obige im Namen derselben Commission von Arago erstattete Bericht ist am 11. Januar 1847 gelesen worden. (Compt. rend. Bd. 24, S. 39.)

bloßen Anblicke der Figuren erkennt man gleichfalls, daß in China vom Wintersolstitium zum Sommersolstitium viel weniger Sternschnuppen und Feuerkugeln gesehen wurden, als vom Sommersolstitium zum Wintersolstitium. In dem ersten Zeitraume steigt von 960 bis 1275 n. Chr. die Gesammtzahl auf 462, während sie im zweiten 1017 erreicht. Diese Resultate stimmen, was die Zeiten der Maxima und Minima betrifft, mit dem überein, was man in Deutschland durch Discussion der sämmtlichen neuern Beobachtungen gefunden hat. Die Uebereinstimmung erstreckt sich selbst bis auf das numerische Verhältniß der beiden Zahlen, wenn man dieselben mit den Resultaten der schätzbaren Tabellen vergleicht, welche Coulvier-Gravier aus seinen eigenen Untersuchungen hergeleitet hat, und die durch den unermüdlichen Eifer dieses Beobachters jedes Jahr größeres Interesse gewinnen.

Vielleicht wird man einst bei den Beobachtungen auf die Lage des Perihels und Aphels, d. h. auf die zwei Enden der Axe der Erdbahn Rücksicht nehmen müssen; indeß gehen die zur Verfügung stehenden Data nicht weit genug zurück, als daß es gegenwärtig, wie der Verfasser der Abhandlung bemerkt, der Mühe lohnte, diese Arbeit zu unternehmen.

Die Notiz Ed. Biot's schließt mit interessanten Betrachtungen über die sogenannten Sternschnuppenschwärme und über die Richtung, welche diese Meteore zeigen. Ebenso wie in Europa, haben auch in China diese Phänomene bisweilen eine lange Reihe von Jahren gefehlt. Von 960 bis 1275 ist die Richtung des Meteors vorzugsweise nach den zwischen Südwest und Südost liegenden Theilen des Himmels gewandt gewesen.

Die vorgelegte Notiz Ed. Biot's liefert eine scharfsinnige Discussion von Beobachtungen, die bis jetzt in den chinesischen Annalen begraben lagen. Wir sind der Ansicht, daß sie in das Recueil des savants étrangers aufgenommen und hinter die erste Arbeit, welche durch sie vervollständigt wird, und deren Druck die Akademie bereits befohlen hatte, gestellt werden muß.

Ueber die Aenderungen der Temperatur in verschiedenen Tiefen unter der Bodenoberfläche.

[In seinem Werke Théorie mathématique de la chaleur stellt Poisson die Temperatur u eines in dem Abstande x von der Oberfläche gelegenen Punktes durch die Formel

$$u = f + gx$$

dar. In derselben bedeuten f und g Größen, die von x unabhängig sind, und in ihrem Werthe sich durch den Einfluß der täglichen, jährlichen oder secularen Schwankungen ändern können; in einem gegebenen Augenblicke lassen sie sich durch den Versuch bestimmen. Zu diesem Ende bildet man mittelst des obigen Ausdrucks für u so viele Bedingungsgleichungen, als man in der Verticalen Temperaturen für bekannte Werthe von x gemessen hat, und leitet, wenn die Anzahl dieser Bedingungsgleichungen groß genug ist, die Werthe von f und g mittelst der Methode der kleinsten Quadrate daraus her. Wenn der Abstand x ungefähr 20 Meter und darüber beträgt, so schwankt die Temperatur u sehr wenig; es ändert sich aber in demselben Abstande von der Oberfläche ihr Werth von einer Verticalen zur andern; im Allgemeinen steigt oder sinkt er, je nachdem man sich dem Aequator nähert oder von ihm entfernt. In einer geringern Tiefe ist die Temperatur des betrachteten Punktes täglichen und jährlichen Schwankungen unterworfen, deren Größe in dem Maaße abnimmt, als der Abstand von der Oberfläche

wächst, und die vollständig verschwinden, wenn derselbe einige zwanzig Meter erreicht hat.

In dem Aufsatze über die artesischen Brunnen (Bd. 6, S. 254 der sämmtlichen Werke) findet man alle Beobachtungen, die Arago über die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe von der Schicht an, deren Temperatur im Verlaufe der Zeit fast unveränderlich ist, gesammelt hat. In dem Aufsatze über den Wärmezustand des Erdkörpers (Bd. 8. S. 562 der sämmtl. Werke) sind die Thermometerbeobachtungen mitgetheilt, welche in der Schicht von fast constanter Temperatur in den tiefen Kellern der pariser Sternwarte angestellt worden sind; Arago hat ebenfalls die täglichen und jährlichen Temperaturschwankungen in der zwischen der Oberfläche und den Kellern der Sternwarte gelegenen Schicht zu bestimmen versucht. Da das Beobachtungsjournal Arago's nicht wieder aufgefunden worden ist, so hat man sich darauf beschränken müssen, aus der Théorie mathématique de la chaleur die folgenden Stellen auszuziehen, die sich auf die Mittheilungen des berühmten beständigen Secretärs der Wissenschaften an Poisson beziehen:

„Arago hat im Garten der Sternwarte mehrere Thermometer in verschiedenen Tiefen, bei denen jedoch die jährlichen Schwankungen der Temperatur noch sehr merklich sind, in die Erde einsetzen lassen. Die Röhre jedes Instruments ragt etwas über den Boden hervor, und auf einer an diesem äußern Theile der Röhre angebrachten Theilung liest man die Temperaturänderungen ab, so daß man nicht nöthig hat, bei jeder Beobachtung das Thermometer aus der Erde herauszuziehen. Es geht aber daraus hervor, daß die so auf der äußern Skale gemessene Temperatur von der Temperatur der Kugel, welche mit dem Wärmegrade der Erde in der von ihr erreichten Tiefe übereinstimmt, und von den Temperaturen der in verschiedenen Tiefen gelegenen Punkte der Röhre abhängt. Die Temperatur der Kugel ist diejenige, welche wir für die Tiefe x mit u bezeichnet haben; um sie mit der beobachteten Temperatur zu vergleichen, wird man an ihr also eine von dem Verhältnisse der Volumina der Flüssigkeit in der Röhre und der Kugel eines jeden Instrumentes abhängige Correction anbringen müssen. Man ist gegenwärtig mit der Berechnung dieser Correction beschäftigt. Um von den nicht corrigirten Beobachtungen, die Arago mir mit-

getheilt hat, Gebrauch machen zu können, will ich annehmen, daß diese Correctionen wenig beträchtlich sind; sobald sie bestimmt worden, wird man ähnliche an den Werthen der Constanten anbringen oder dieselben von Neuem berechnen müssen. Es ist ferner auch nicht unmöglich, daß die Nullpunkte der Thermometerskalen sich etwas geändert haben, sowohl beim Einsetzen der Instrumente in die Erde, als auch allmälich im Laufe der Beobachtungen. Aus diesem Grunde werde ich in meinen Rechnungen nur Differenzen der beobachteten Temperaturen und nicht die absoluten Werthe derselben gebrauchen.

„In Tiefen, die von 2 bis 8 Meter gehen, folgen Maximum und Minimum in Intervallen von nahe 6 Monaten auf einander, und die Zeiten ihres Eintritts haben für jede Tiefe von einem Jahre zum andern wenig geschwankt. Während vier Beobachtungsjahre hat sich der Ueberschuß des Maximums über das Minimum etwas von seinem mittlern Werthe entfernt; diese Abweichung steigt für die geringste Tiefe auf einen Grad in Mehr oder Weniger, für die größte nur auf einen Zehntel Grad; man muß sie großentheils den Schwankungen zuschreiben, welche die von der Sonnenwärme herrührende Temperatur von einem Jahre zum andern erleidet, weshalb sie auch um so geringer wird, je tiefer man geht.

„Nach dem Mittel dieser vier Jahre betrug der Ueberschuß des jährlichen Maximums über das Minimum 1,414° in der Tiefe von 8,121 Meter, und 2,482° in der Tiefe von 6,497 Meter....

„Im Durchschnitt sind das Maximum und das Minimum respective um den 18. December und 13. Juni in der größeren Tiefe, und um den 15. November und 10. Mai in der kleineren eingetreten; oder anders ausgedrückt, die Maxima sind nahe 272 und 239 Tage nach dem 21. März, den man als Tag des Aequinoctiums nehmen kann, und die Minima nahe 84 und 50 Tage nach demselben Zeitpunkte eingetreten....

„Aus Arago's Beobachtungen ergibt sich auch, daß der Ueberschuß des jährlichen Maximums über das Minimum in der Tiefe von 3,248 Meter 7,800°, und in der Tiefe von 1,624 Meter 13,017° betragen hat."

Vor Anstellung der eben erwähnten, mehrere Jahre lang fortgesetzten Thermometerbeobachtungen hat Arago im Jahre 1818 in Bezug auf die früher über denselben Gegenstand von andern Physikern ausgeführten Untersuchungen die folgende Notiz in den Annales de chimie et de physique Bd. 8, S. 209 veröffentlicht:]

Die folgenden Beobachtungen sind in Schottland in einem großen Garten in Raith von Robert Ferguson angestellt worden. Dieser Garten liegt in Abbotshall, unter 56° 10′ nördl. Br., ungefähr 15 Meter über dem Meere, und in 1600 Meter Entfernung von der Küste von Kirkaldy.

Die Röhren der verschiedenen von Ferguson angewandten Thermometer hatten einen sehr kleinen Durchmesser, aber eine große Länge. Um den Einwirkungen des von innen durch das Quecksilber ausgeübten Druckes widerstehen zu können, waren die Recipienten cylindrisch und von sehr dickem Glase. Die einzeln durch Holzbüchsen geschützten Instrumente wurden in den Boden 1, 2, 4 und 8 engl. Fuß (0,30, 0,61, 1,22, 2,24 Meter) tief eingesetzt. Nur ein Theil der Röhre ragte aus der Erde heraus und gestattete, unmittelbar die Temperatur abzulesen, ohne nöthig zu haben, das Instrument zu berühren. Der Boden besteht bis auf 1,22 Meter Tiefe aus feinem Kiese (a soft gravelly soil); tiefer trifft man auf ein Lager von Sand und Wasser. In der folgenden Tabelle sind die mittleren Resultate der von den verschieden tief eingegrabenen Thermometern während der Jahre 1816 und 1817 angegebenen Temperaturen zusammengestellt:

	1816			
	0,30m	0,61m	1,22m	2,44m
Januar	+ 0,6°	+ 2,4°	+ 4,8°	+ 6,1°
Februar	0,9	2,2	3,9	5,6
März	1,7	2,6	4,2	5,7
April	4,3	3,6	5,2	6,6
Mai	6,7	6,3	6,3	6,7
Juni	10,9	10,0	8,4	7,7
Juli	12,2	11,4	10,2	8,7
August	10,0	11,4	10,3	9,7
September . . .	10,9	10,7	11,0	10,0

October	8,3°	9,6°	9,8°	9,8°
November . . .	4,9	6,6	7,9	7,6
December	2,1	4,4	6,1	7 8
Mittel	6,1°	6,8°	7,3°	7,7°

	1817			
	0,30m	0,61m	1,22m	2,44m
Januar	2,0°	3,7°	4,7°	7,3°
Februar	2,8	4,4	5,3	5.9
März	4,1	4,6	5,4	5,8
April	7,2	5,8	5,9	5,8
Mai	8,2	7,0	7,0	6,8
Juni	10,6	9,7	8,7	8,8
Juli	12,9	12,8	10,8	9,8
August	11,9	12,2	11,1	10,0
September . . .	11,7	11,5	11,1	10,4
October	7,6	9,7	9,7	9,9
November . . .	5,0	7,0	8,3	8,7
December	3,3	4,9	7,1	8,0
Mittel	7,3°	7,8°	7,9°	8,1°

Leslie, dem wir diese Tabelle, worin wir die beobachteten Fahrenheit'schen Grade in Centesimalgrade verwandelt haben, entlehnen, hat die folgenden Bemerkungen hinzugefügt:

Nach diesen Versuchen scheint die mittlere Temperatur des Bodens in dem Maaße zuzunehmen, als man tiefer geht; jedoch rührt diese Anomalie offenbar nur von der Kälte (the coldness) der beiden letzten Sommer und besonders des Sommers von 1816, dessen Einfluß auf die Ernte sehr verderblich gewesen ist, her. Es ist sehr wahrscheinlich, daß, wenn man die Thermometer tiefer eingesenkt hätte, sie als Mittel + 8,7° C. gegeben haben würden; denn dies ist die unveränderliche Temperatur einer reichlich fließenden Quelle, die aus einer Masse Basaltfelsen in geringer Entfernung von dem Garten, wo Ferguson seine Beobachtungen anstellte und genau in derselben Höhe über dem Meere entspringt. *)

*) Die mittlere Temperatur Edinburg's, das unter 55°57' Br. liegt, beträgt nach sechsjährigen Beobachtungen von Playfair + 8,8°.

Maxima und Minima der an diesen verschiedenen Thermometern beobachteten Temperaturen.

1816

	Minima.	Zeit.	Maxima.	Zeit.	Gesammtschwankungen.
Therm. in 0,30m	+ 0,6°	Febr.	+ 12,2°	21. Juli.	11,6°
— 0,61	2,2	4. Febr.	11,7	24. Juli.	9,5
— 1,22	3,9	11. Febr.	11,1	Aug. u. Sept.	7,2
— 2,44	5,6	16. Febr.	10,0	14. Sept.	4,4

1817

	Minima	Zeit.	Maxima.	Zeit.	Gesammtschwankungen.
Therm. in 0,30m	+1,1°	Anfg. Januar.	+13,3°	5. Juli.	12,2°
— 0,61	13,3	Anfg. Januar.	13,3	10. Juli.	10,0
— 1,22	4,4	3. Februar.	11,1	Aug. u. Sept.	6,7
— 2,44	5,8	11. Februar.	10,6	20. Sept.	4,8

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß in Schottland unter mehr als 56° Breite der Frost nicht bis auf 0,3 Meter Tiefe in die Erde eindringt.

Die Gesammtschwankungen in der Temperatur nehmen, wie man sieht, sehr schnell mit der Tiefe, in welche das Thermometer eingesenkt ist, ab. Obgleich uns jetzt die edinburger meteorologischen Tabellen über die beiden verflossenen Jahre nicht vorliegen, so wird man doch, nach den entsprechenden Beobachtungen in London zu urtheilen, annehmen dürfen, daß das Thermometer in freier Luft und im Schatten daselbst von —13° bis +28° C. geschwankt hat, d. h. ungefähr neun mal stärker als in der Tiefe von 2,44 Meter. Nach sechsjährigen Beobachtungen Playfair's beträgt die mittlere Temperatur des heißesten Monats in Edinburg +15,2° C.; die des kältesten Monats sinkt bis + 3,5°, woraus folgt, daß die mittleren Schwankungen in freier Luft selbst die extremen in der geringen Tiefe von 0,61 Meter beobachteten Schwankungen übertrifft.

Die vorhergehende Tabelle zeigt deutlich die Langsamkeit, mit welcher Wärme und Kälte sich in einer erdigen Masse fortpflanzen. Man bemerkt nämlich leicht, daß die verschiedenen Thermometer ihr Maximum zu verschiedenen Zeitpunkten erreicht haben, und zwar um so später, je tiefer sie eingesenkt waren.

In Lambert's 1779 in Berlin erschienener Pyrometrie findet man den Ferguson'schen analoge Beobachtungen, die mir einer Erwähnung werth scheinen; sie sind mir von A. v. Humboldt mitgetheilt worden.

Diese Beobachtungen sind von dem Kaufmann Ott in einem Garten in der Nähe von Zürich auf Lambert's Ansuchen vier und ein halbes Jahr hindurch, von 1762 an, angestellt worden. Es wurden Weingeistthermometer angewandt. Das Verhältniß des Durchmessers der Röhre zu der der Kugel war so, daß jeder Grad der Skale, welche nach Art des Micheli Du Crest eingetheilt war, 1/2 bis 3/4 Zoll groß war: es folgt also aus der Kleinheit des Durchmessers der Röhren, daß die Thermometer sehr nahe die wahre Temperatur in der Tiefe anzeigten, in welcher sich die Kugel befand, und daß die Temperaturen der oberen Erdschichten, durch welche die Röhre hindurchging, um die Oberfläche zu erreichen, keinen merklichen Einfluß ausübten. Jedes Thermometer war durch eine hohle Röhre geschützt*), in der es eingeschlossen war: man kann aber aus dem, was Lambert § 674 seiner Pyrometrie sagt, schließen, daß diese Röhren mit Erde gefüllt waren. Wir haben die Grade des Thermometers von Du Crest in hunderttheilige verwandelt.

Tiefe der Thermometer unter der Bodenoberfläche in Metern.

Monat.	0,08m	0,15m	0,30m	0,61m	0,91m	1,22m	1,83m
Januar .	+ 0,3°	+ 0,5°	+ 1,6°	+ 2,7°	+ 2,3°	+ 4,8°	+ 7,0°
Februar .	— 0,6	0,2	1,5	2,3	2,8	4,4	5,5
März . .	+ 7,7	4,5	5,0	4,5	5,5	5,0	5,5
April . .	11,7	8,8	8,8	8,1	9,1	7,2	7,2
Mai . . .	14,8	13,3	13,2	11,7	11,6	11,4	10,0
Juni . . .	19,4	16,6	16,1	15,0	13,8	13,2	11,7
Juli . . .	19,5	17,7	17,6	16,1	16,1	15,1	13,8
August . .	17,8	17,2	16,6	16,1	16,3	16,1	15,2
September	15,0	14,4	15,0	15,1	15,3	15,2	15,2
October .	10,6	10,4	10,6	10,5	11,7	12,0	13,4
November	5,0	5,6	6,1	8,0	8,8	9,4	11,6
December	2,2	2,0	2,7	4,0	5,0	7,2	9,4
Mittel . .	10,4°	9,3°	9,4°	9,4°	9,7°	10,1°	10,5°

*) Diese Bemerkung findet sich nicht bei Lambert; es heißt blos: die Thermometer wurden eingegraben. Anmerk. d. d. Ausg.

Ueber diese Tabelle würde man ähnliche Bemerkungen wie über die in Schottland ausgeführten Beobachtungen machen können, sowohl in Bezug auf die Größe der Schwankungen, die mit der Tiefe abnehmen, als auch über die Zeiten der Maxima. Läßt man die sehr nahe an der Erdoberfläche gemachten Beobachtungen beiseite, so wird man ebenfalls finden, daß die mittleren Temperaturen um so größer gewesen sind, je tiefer die Kugel des Thermometers eingesenkt war. Dies Resultat stimmt mit demjenigen überein, das Leslie aus der ersten von uns mitgetheilten Tabelle hergeleitet hat; da es aber hier aus vierjährigen Beobachtungen sich ergibt, so würde man glauben können, daß das Phänomen von einer allgemeinern Ursache abhängt, als jener Gelehrte vermuthet hatte.

Ueber den magnetischen Aequator.*)

Jedermann weiß, daß es auf der Erde innerhalb der Wendekreise eine Reihe von Punkten gibt, an welchen eine in ihrem Schwerpunkte frei aufgehangene Magnetnadel sich horizontal stellt. Die durch alle diese Punkte gehende Linie führt einen besondern Namen; sie heißt der magnetische Aequator.

Wenn die Schiffer diesen Aequator in seiner ganzen Ausdehnung durchlaufen hätten, so würde sein Einzeichnen in die Karten nicht schwieriger sein, als das Eintragen der Küsten von Amerika oder von Neuholland in dieselben, wenn man in Bezug auf letztere über eine genaue und ausführliche Tabelle der geographischen Längen und Breiten verfügen kann. Leider haben sich bis jetzt erst wenige Punkte jenes Aequators durch unmittelbare Beobachtungen bestimmen lassen. Um dieselben zu ergänzen, haben die Physiker in gewissen Gegenden ermittelt, nach welchem Gesetze die Neigung sich mit der Entfernung von den Orten, wo sie vollständig Null ist, ändert. Dies verallgemeinerte Gesetz dient ihnen dann zur Berechnung der Größe, um welche man die Breite und Länge einer jeden Station, wo die magnetische Declination und Inclination gemessen ist, vergrößern oder verkleinern muß, um die Coordinaten des dem Aequator entsprechenden Punktes zu erhalten.

---

*) In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 31. Januar 1831 im Namen einer aus Mathieu, de Freycinet und Arago als Berichterstatter bestehenden Commission gelesener Bericht.

Weil die meisten Bestimmungsstücke dieses Aequators durch Rechnung ermittelt werden, so darf man sich nicht wundern, daß verschiedene Physiker, selbst wenn sie von denselben Daten ausgegangen sind, nicht genau gleiche Resultate erhalten haben. Die Abweichungen sind hier die nothwendige Folge der Verschiedenheit der angewandten Interpolationsverfahren.

Die Abhandlungen der stockholmer Akademie für das Jahr 1768 enthalten die erste Karte, welche über den magnetischen Aequator erschienen ist. Wilcke, von dem sie herrührt, gab dieser Linie die Gestalt eines um ungefähr 12° gegen den Erdäquator geneigten größten Kreises.

Die Hypothese des schwedischen Physikers wurde ihrer Einfachheit wegen allgemein angenommen. Sie genügt leidlich der Gesammtheit der im atlantischen Oceane gemachten Messungen; dagegen ist sie vollständig mangelhaft in einigen Theilen der Südsee, wo, wie Biot nach der Rückkehr A. v. Humboldt's bemerkte, die directen Beobachtungen von Cook und Bayly den magnetischen Aequator unter mehr als 3° südlicher Breite setzen, während man ihn auf der schwedischen Karte fast unter 9° nördlicher Breite findet.

Dieser mißglückte Versuch einer theoretischen Construction mußte die Physiker überzeugen, daß das einzige Mittel, die Linie ohne Neigung mit einiger Genauigkeit zu entwerfen, wie bereits erwähnt, darin bestand, die innerhalb der Tropen gemachten magnetischen Beobachtungen einzeln zu nehmen und daraus durch Interpolation die Punkte der gesuchten Curve herzuleiten.

Dies ist in der That der Weg, den Hansteen eingeschlagen hat; auf diese Weise hat er den magnetischen Aequator construirt, den man auf der 7. Karte des großen zu Christiania im Jahre 1819 erschienenen Atlas findet.

Unter den von dem norwegischen Gelehrten benutzten Beobachtungen ist eine der schätzbarsten die von Cook am 1. Januar 1778 auf der Weihnachtsinsel gemachte; da aber durch einen Fehler beim Abschreiben der Inclination das südliche Zeichen ertheilt worden, während sie doch nördlich war, so gab dieser Fehler der Curve ohne Neigung auf

Hansteen's Karte fast in der ganzen Erstreckung des stillen Oceans eine sehr unrichtige Gestalt.

So war der unvollkommene Zustand unserer Kenntnisse über diesen wichtigen Punkt der physischen Astronomie, als Morlet im Jahre 1819 der Akademie eine Abhandlung vorlegte, die auf einen von Biot erstatteten Bericht den Beifall dieser Gesellschaft erhielt. Der Verfasser discutirte darin höchst sorgfältig alle magnetischen Beobachtungen, die ihm zur Bestimmung von Punkten des Aequators geeignet schienen, und führte sie durch Rechnung nach einer Formel, deren Quelle er nicht angab, die aber Bodwich, Molweide und Krafft bereits veröffentlicht hatten, und wonach die Tangente der Neigung der doppelten Tangente der magnetischen Breite gleich ist, auf denselben zurück. Auf diese Weise fand Morlet, daß der magnetische Aequator kein größter Kreis der Kugel ist, sondern eine Curve von doppelter Krümmung. Er lehrte seine hauptsächlichsten Krümmungen kennen und bestimmte die Lage seiner drei Knoten, so wie die Meridiane, unter denen sein Abstand vom geographischen Aequator ein Maximum ist.

Bald nach der Veröffentlichung von Biot's Bericht nahm Hansteen, von dem begangenen Fehler unterrichtet, seine erste Arbeit wieder auf und gab in Gilbert's Annalen eine zweite Zeichnung des magnetischen Aequators, die jedoch in einigen Punkten von der des französischen Physikers abweicht. (S. Gilbert's Annal. 71, 273 u. 75, 151.)

In der gegenwärtig unserer Prüfung unterworfenen Abhandlung hat nun Morlet von Neuem versucht, den Lauf eben dieses Aequators zu bestimmen, indem er sich jedoch blos auf die zahlreichen ausgezeichneten Beobachtungen, welche der Kapitän Duperrey auf der Weltumsegelung der Coquille*) in den Jahren 1822, 1823, 1824 und 1825 gemacht hatte, so wie auf drei vom Kapitän Sabine auf St. Thomas, Ascension und in Bahia gemessene Neigungen stützt. Die Berechnungsmethode ist übrigens durchweg die bereits im Jahre 1819 angewandte.

Bereits bei seinen ersten Untersuchungen bezeichnete Morlet eine

*) Vergl. den von Arago über die Reise der Coquille erstatteten Bericht Bd. 9 der sämmtl. Werke S. 151; ferner Bd. 4. derselben S. 428.

Verschiebung des magnetischen Aequators als ein Mittel, um Lacaille's Beobachtungen mit denen von Bayly zu vereinigen. Zur Zeit unseres berühmten Astronomen hatte aber Niemand daran gedacht, die Pole umzukehren, um zu sehen, ob die Nadel richtig in ihrem Schwerpunkte aufgehangen war. Man kann aber behaupten, daß Lacaille's Boussole irgend einen verborgenen Fehler hatte; denn nördlich vom magnetischen Aequator lieferte sie in einem gegebenen Azimute stets dieselbe Neigung, welche ihrer Seiten auch nach Norden gewandt sein mochte, während auf der andern Seite dieser Linie die Neigung sich bisweilen um 3° änderte, wenn man das ganze Instrument eine halbe Umdrehung um sich selbst machen ließ.

Wir wissen nicht, ob im Jahre 1819 Morlet das so eben bezeichnete Bedenken aufgestoßen war; jedenfalls aber sprach er die Hypothese einer Verschiebung des magnetischen Aequators nur mit gerechtem Mißtrauen aus. Diese Hypothese ist zum ersten Male im Einzelnen in dem der Akademie am 22. August 1825 über die Reise des Kapitän Duperrey erstatteten Berichte discutirt worden (Bd. 9. der sämmtl. Werke S. 150). Es wurde damals hervorgehoben, daß sich zwischen 14° und 27° westlicher Länge die Linie ohne Neigung seit 1780 dem Erdäquator um ungefähr $1^3/_4$° genähert habe; daß in der Nähe der amerikanischen Westküste die Bewegung derselben in entgegengesetzter Richtung d. h. von Norden nach Süden und zwar nur um 1° erfolgt zu sein scheine; daß auf den Carolinen und unter dem Meridiane des Mulgravearchipels der magnetische Aequator sich durch eine von Süden nach Norden gerichtete Verschiebung von dem Erdäquator entferne; daß diese scheinbar so widersprechenden Bewegungen sich einfach, wenigstens was ihre Zeichen betrifft, durch die Annahme erklären ließen, daß der magnetische Aequator von Jahr zu Jahr allmälich als Ganzes von Osten nach Westen fortrücke; daß man, um von dem numerischen Werthe der in der Breite beobachteten Aenderungen Rechenschaft zu geben, ohne eine Gestaltveränderung des Aequators zuzulassen, annehmen müsse, daß in 45 Jahren diese Fortrückung in Länge nicht weniger als 10° betragen habe; daß endlich in diesem Resultate nichts Unwahrscheinliches liege, weil z. B. der von Hansteen und Morlet in Afrika gefundene Knoten im Jahre 1780 13° östlicher war als der-

jenige, der sich aus einer auf der portugiesischen Insel St. Thomas vom Kapitän Sabine im Jahre 1822 gemachten Beobachtung ergab. Schließlich bezeichnete der Bericht die Möglichkeit von Gestaltänderungen des magnetischen Aequators als einen die Aufmerksamkeit der Physiker im höchsten Grade verdienenden Gegenstand. Dies ist nun die Hauptfrage, welche der Verfasser der Abhandlung gegenwärtig in's Auge gefaßt hat.

Indem Morlet den Aequator von 1780, wie er aus seinen ersten Untersuchungen folgt, mit dem von 1825, wie er sich aus Duperrey's Beobachtungen ergibt, vergleicht, findet er wieder, daß die Curve im Allgemeinen von Osten nach Westen verschoben worden ist; er setzt aber hinzu, daß diese bloße Verschiebung nicht ausreiche, um die Erscheinungen genau zu erklären, und daß man außerdem noch wirkliche Aenderungen in der Form annehmen müsse. Diese Aenderungen würden das Seltsame zeigen, daß sie nicht überall in demselben Sinne erfolgt sein könnten; daß an einigen Stellen gewisse Theile des Aequators sich von Süden nach Norden, an andern umgekehrt von Norden nach Süden bewegt haben müßten. So würde nach dem Verfasser im stillen Oceane ein Theil des magnetischen Aequators, der dem Erdäquator parallel läuft, heute sich ebenso wie im Jahre 1780 zwischen 10° und 16° westlicher Länge finden, aber von Süden nach Norden mit einer jährlichen Geschwindigkeit von 3,6′ vorgerückt sein.

Das Maximum der südlichen Breite in demselben Oceane würde seit 1776 jährlich um ungefähr 2′ abgenommen haben, und der Meridian, auf welchen es fällt, in 46 Jahren nahe um 22° von Osten nach Westen gegangen sein.

In der Nähe der peruanischen Küste rückt nach Morlet ein mit dem Erdäquator paralleler Theil der Curve ohne Neigung jährlich um 2,3′, und ebenso ein anderer weiter westlich gelegener, gleichfalls von Osten nach Westen gerichteter Bogen mit einer jährlichen Geschwindigkeit von 3′ nach Süden.

Seit 1780 würde der in der Nähe der Küsten Afrikas gelegene Knoten alle Jahr um 19,5′ rückwärts gegangen sein, während der in den großen Ocean fallende Knoten unter demselben Breitengrade geblieben wäre.

Alle diese Resultate sind die unmittelbare, arithmetische Folgerung aus den zahlreichen Tabellen, die Morlet's Abhandlung enthält; würde es aber, um ihnen volle Sicherheit zu geben, nicht nöthig gewesen sein, sorgfältig zu untersuchen, innerhalb welcher Grenzen von Genauigkeit die Beobachtungen von Cook und Bayly, welche gegenwärtig als Ausgangspunkte dienen, die Lage der verschiedenen Theile des magnetischen Aequators von 1780 anzugeben vermochten? Ist diese Genauigkeit so groß, als vorausgesetzt wird? Sehen wir nicht die vom Kapitän Sabine auf der Insel Ascension gemachten Beobachtungen um $3^1/_2{}^0$ von den von Duperrey ausgeführten abweichen? Liefert nicht die so denkwürdige Arbeit unseres geschickten Seefahrers Neigungen der Nadel, welche alle Merkmale von Genauigkeit darbieten, und dennoch bei der Berechnung für fast an einander stoßende Punkte des magnetischen Aequators Breiten geben, deren Unterschied auf $1{,}5^0$ und selbst $2{,}2^0$ steigt? Die Uebereinstimmung der partiellen Resultate eines Beobachters unter einander darf übrigens hier nicht angeführt werden; denn nirgends spielen die constanten Fehler eine größere Rolle, als in den Inclinationsboussolen.

In der Abhandlung von 1819 stützt sich die Zeichnung des magnetischen Aequators in der Nähe der peruanischen Küsten fast ganz auf A. v. Humboldt's Beobachtungen. Niemand wird sicherlich die Geschicklichkeit unseres berühmten Collegen in Zweifel ziehen; Niemand kennt besser als wir seine Feinheit, Sorgfalt, Ausdauer und Aufmerksamkeit in allem, was er unternimmt; da er aber die Pole seiner Nadel nicht umgekehrt hat, so muß man, bevor die mit dieser Nadel erhaltenen Resultate als Vergleichungspunkte benutzt werden, entweder den Beweis liefern, daß kein Fehler im Gleichgewichte auf die Nadel eingewirkt hat, oder ermitteln, wie hoch bei jeder Breite dieser Fehler gestiegen ist.

Da wir zuvor von dem Theile des magnetischen Aequators geredet haben, der in der Südsee längs des geographischen Aequators hinläuft, so wird es uns vielleicht erlaubt sein, einige Bedenken über die Resultate zu äußern, welche in jenen Gegenden das gewählte Interpolationsverfahren liefert. Morlet stellt allerdings fest, daß auf dem Meridiane der Sandwichsinseln zwischen diesem Archipel und dem Aequator die Tangente der Breite ziemlich genau die Hälfte der Tangente

der Neigung ist; sobald aber dies Gesetz nicht mehr im Süden gilt, scheint jede Verallgemeinerung, selbst für die nördliche Gegend unterbleiben zu müssen. Es genügt überdies, einen Blick auf die in sich zurücklaufenden und geschlossenen Curven, auf jene ungemein großen ellipsenartigen sogenannten isogonischen Linien, welche in einigem Abstande von den Westküsten Amerika's hinlaufen, zu werfen, um zu erkennen, daß in Bezug auf den Magnetismus dort eine Welt für sich ist, deren Erforschung specielle Methoden erfordern wird. Der Seemann, welcher von Payta aus bis 180° westlicher Länge vordränge, ohne den magnetischen Aequator zu verlassen, würde der Wissenschaft sicherlich einen großen Dienst erweisen.

Obwohl man unserer Ansicht nach mit Rücksicht auf die offenbaren Aenderungen, welche die Linien gleicher Declination jährlich auf der Erdkugel erleiden, nicht wohl daran zweifeln kann, daß mit der Zeit ebenfalls merkliche Aenderungen in der Gestalt des magnetischen Aequators eintreten werden, so haben wir doch geglaubt, gewisse Lücken in den Beweisen, die Morlet dafür gibt, bezeichnen zu müssen. Wir beeilen uns jetzt aber hinzuzufügen, daß die Arbeit dieses Physikers uns dessenungeachtet sehr schätzbar erscheint; daß die zahlreichen Rechnungen, die sie erfordert hat, mit vieler Sorgfalt und nach gut gewählten Methoden ausgeführt zu sein scheinen; daß abgesehen von etwas Willkühr in der Bildung der Gruppen, woraus die Mittel hergeleitet werden, die verschiedenen Resultate geschickt classificirt sind. Wir schlagen daher der Akademie vor, der Abhandlung, über die wir so eben Bericht erstattet haben, ihre Approbation zu ertheilen, und sie in das Recueil des savants étrangers aufzunehmen. Sodann bitten wir die Gesellschaft, daß sie ihre Secretäre beauftragen möge, aus den magnetischen Beobachtungen, die ihnen von Zeit zu Zeit zugehen, diejenigen auszuwählen, welche für die Bestimmung von Punkten der Linie ohne Neigung geeignet scheinen, und sie ohne Verzug Herrn Morlet zuzustellen. Die Ausdauer, mit welcher dieser fleißige Physiker sich seit zwölf Jahren mit der vorliegenden Frage beschäftigt, der ausgezeichnete Nutzen, den er bereits aus den gedruckten Beobachtungen gezogen hat; die geringen Mittel, die ihm in seiner jetzigen Stellung zu Gebote stehen, um sich auf der Höhe der Arbeiten der neueren See-

fahrer zu erhalten, werden unsern Vorschlag genügend rechtfertigen. Ohnehin würden wir nicht verfehlt haben, zu bemerken, daß es im Interesse der Wissenschaft liegt, Männer, die sich mit speciellen Gegenständen beschäftigen, zu ermuthigen, und in das ausgedehnte Bereich derselben immer mehr jenes fruchtbare Princip der Theilung der Arbeit einzuführen, dem die Industrie die ungeheuren Fortschritte, die sie in unsern Tagen gemacht hat, verdankt.

Beobachtungen über atmosphärische Elektricität.

Arago hat ein Tagebuch hinterlassen, welches die während der Jahre 1829, 1830 und 1837 über die atmosphärische Elektricität angestellten täglichen Beobachtungen enthält. Diese Beobachtungen sind nicht veröffentlicht worden. Eine Bearbeitung derselben gibt folgende Resultate.

Die Beobachtungen von 1829 und 1830 sind sämmtlich von der Hand des berühmten beständigen Secretärs der Akademie der Wissenschaften geschrieben; ihre Zahl beträgt 2047; sie sind am 1. October 1829 begonnen und reichen bis zum 27. Juli 1830; sie vertheilen sich in folgender Weise:

Monat.	Anzahl der Beobachtungstage.	Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Anzahl der täglichen Beobachtungen.
October 1829	22	335	15
November	30	324	11
December	18	154	8
Januar 1830	3	15	5
Februar	28	134	5
März	30	302	10
April	30	215	7
Mai	27	268	10
Juni	29	182	6
Juli	20	118	6
Summe	237	2047	

Die mittlere Anzahl der Beobachtungen an einem Tage ist 8,6; öfter hat Arago mehr als 30 aufgezeichnet.

Aus der Gesammtheit der Beobachtungen folgt, daß die in der Luft vorhandene Elektricitätsmenge je nach der Jahreszeit, der Tagesstunde, sowie nach der Temperatur und dem hygrometrischen Zustande der Luft äußerst variabel ist. Unter den gewöhnlichen Umständen ist jedoch in den täglichen und jährlichen Schwankungen eine gewisse Regelmäßigkeit zu bemerken. Im Allgemeinen ist die Atmosphäre elektrisch, und die Elektricität, welche sie zeigt, positiv; nur ausnahmsweise erscheint negative Elektricität. Dieses Resultat ergibt sich klar aus der folgenden Tabelle, in welcher die Anzahl der Beobachtungen namhaft gemacht worden ist, bei denen die Instrumente keine Spur von Elektricität zeigten, so wie diejenige, wo positive, und endlich diejenige, wo negative Elektricität beobachtet wurde.

Monate.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen sich keine Elektricität zeigte.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen positive Elektricität wahrgenommen wurde.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen negative Elektricität wahrgenommen wurde.	Gesammtzahl der Beobachtungen.
October 1829 .	109	212	14	335
November . . .	102	211	11	324
December . . .	67	87	0	154
Januar 1830 .	2	13	0	15
Februar	74	60	0	134
März	59	242	1	302
April	112	93	10	215
Mai	66	195	7	268
Juni	84	83	15	182
Juli	76	76	0	118
	717	1272	58	2047

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß auf 1000 Beobachtungen 621 mit positiver Elektricität, 350 ohne Elektricität und 29 mit negativer Elektricität kommen.

In fast allen Fällen zeigte sich die negative Elektricität vor, während oder nach Gewittern und Regen; manchmal trat das Phänomen mit großer Intensität auf. Es kam mehrere Male vor, daß die Art der Elektricität sich fast immerfort änderte. So findet sich in den Be-

obachtungen unter dem 20. Mai 1830 die Bemerkung: „Mehrere Linien lange Funken; das Zeichen wechselt jeden Augenblick; Platzregen; Donner.“ Am 6. October 1829 während eines starken Regens gibt das Tagebuch an, daß zwischen zwei um $11^h\ 57^m$ und $12^h\ 5^m$ gemachten Beobachtungen „der Uebergang vom Positiven zum Negativen augenblicklich erfolgte“. Die negative Elektricität hält selten lange an; jedoch spricht Arago am 11. Mai 1830 „von einer starken negativen Elektricität, die selbst nach dem Aufhören des Regens fortdauerte“; diese Bemerkung steht zwischen zwei Beobachtungen negativer Elektricität, von denen die erste um $1^h\ 15^m$ Mittags und die andere um $8^h\ 25^m$ Abends angestellt worden ist.

Die Elektricität ist nicht an allen Tagen wahrnehmbar gewesen; an den Tagen mit bedecktem Himmel, besonders um das Wintersolstitium herum, war es fast unmöglich, Spuren davon zu entdecken. Nach den von Arago gemachten Beobachtungen scheint die Elektricität vom Januar bis gegen das Frühlingsäquinoctium zu wachsen, dann bis gegen das Sommersolstitium abzunehmen, darauf von Neuem zu wachsen bis gegen das Herbstäquinoctium, um gegen Ende des Jahres hin wieder merklich abzunehmen.

Die Einrichtung der angewandten Apparate ist in den Beobachtungsregistern Arago's nicht beschrieben; man sieht nur aus Einzelheiten, die über einige Beobachtungen angegeben sind, daß er sich eines mit Condensator versehenen Elektrometers mit trocknen Säulen bediente, in welchem der Zwischenraum zwischen der Gleichgewichtslage des Goldblättchens und den Polen der Säule in Millimeter getheilt war. Ein Leitungsdraht verband die Spitze eines außerhalb des Gebäudes angebrachten Leiters mit dem Condensator des Elektrometers; derselbe Draht stand mit einem kleinen Elektrometer, mit einem Galvanometer und einer Torsionswage, die auch zuweilen beobachtet wurde, in Verbindung.

Die quantitativen Messungen sind nur während der Monate Februar, März, April, Mai, Juni und Juli 1830 genau und mit großer Regelmäßigkeit vorgenommen worden.

Es geht aus diesen Messungen hervor, daß die Elektricität bei Abwesenheit aller störenden Umstände jeden Tag zwei Minima und

zwei Maxima gezeigt hat. Während des Monats Mai sind diese Erscheinungen sehr regelmäßig in folgender Weise eingetreten:

1. Minimum	. . . .	2 Uhr nach Mitternacht.
1. Maximum	. . . .	7 bis 8 Uhr Morgens.
2. Minimum	. . . .	1 bis 2 Uhr Mittags.
2. Maximum	. . . .	8 bis 9 Uhr Abends.

Die Zwischenzeit, welche die beiden Maxima trennte, verminderte sich, als die Tage kürzer wurden, so daß während des Winters das erste Maximum zwischen 9 bis 10 Uhr Morgens und das zweite zwischen 6 bis 7 Uhr Abends eintrat.

Wenn man für jeden Tag das Mittel aus dem größten Maximum und dem kleinsten Minimum nimmt, und aus den so erhaltenen Zahlen die monatlichen Mittel zieht, so findet man folgende Resultate:

	Mittlere Ausschläge des Goldblättchens des Elektrometers in Millimetern.
Februar 1830	3,445
März	6,052
April	1,894
Mai	5,715
Juni	4,622
Juli	4,740

Die täglichen Beobachtungen zeigen einen merkwürdigen Zusammenhang zwischen der Intensität der Elektricität und dem Zustande des Himmels; die Elektricität zeigte sich bei bedecktem Himmel schwach und oft fast unmerklich; bei Sonnenschein war sie viel stärker.

Die ersten von Arago gemachten Beobachtungen sind sehr detaillirt beschrieben, wie aus folgendem Abdruck seiner Aufzeichnungen vom 1., 2. und 3. October 1829 hervorgeht.

1. October 1829.

7^h Morgens.	Kaum merkliche Spuren positiver Elektricität.
7 15^m	Ebenso, aber stärker als um 7^h.
8	Merkliche Elektricität, indeß legt das Goldblättchen in einer Minute nicht die Hälfte des Zwischenraums, um welchen es von dem Pole der Säule absteht, zurück.
8 15	Etwas schwächere Elektricität als um 8^h.

9^h Morgens.	Die Elektricität hat sich seit $8^3/_4$ Uhr etwas verringert.
10 15^m	Man bemerkt kaum eine kleine Bewegung des Goldblättchens.
11 15	Noch schwächer als um 10^h 15^m.
12 15	Es scheint nicht, daß sich die Elektricität seit 11^h 15^m verringert hat.
12 45	Stärker als um 12^h 15^m.
2 30	Starke Elektricität. In 3 Secunden gelangt das Goldblättchen bis zur Berührung der Säule.
3	Ziemlich starke Elektricität. Ungefähr 20 Secunden nöthig, damit das Blättchen die Säule berührt.
4	Starke Elektricität. Ungefähr 7 Secunden nöthig, damit das Blättchen zur Berührung kommt.
5	Das Blättchen kommt in 3 oder 4 Secunden zur Berührung.
6 30	Das Blättchen kommt in weniger als 2 Sec. zur Berührung.
7	Das Blättchen berührt die Säule nach weniger als 1 Secunde.
8	Das Blättchen berührt die Säule nach 3 Secunden.
8 30	Das Blättchen legt nicht einmal mehr die Hälfte des Zwischenraums, durch welchen es vom Pole getrennt ist, zurück.
9	Sehr schwache Bewegungen.
10	Es ist keine merkliche Elektricität mehr vorhanden.
11	Ebenso.

2. October.

0^h	Einige Spuren.
1^h Morgens.	Das Blättchen berührt den Pol in ungefähr 0,5 Secunde.
2 15^m	Keine Spur von Elektricität.
3 0	Sehr schwache Bewegungen.
4 0	Keine wahrnehmbare Elektricität.
5 0	Geringe Bewegungen.
5 55	In 20 Secunden durchläuft das Blättchen ein Fünftel oder Sechstel des Abstandes.
6 30	Regen. In 0,5 Secunde zum entgegengesetzten Pole, dem auf der Rechten; Funken; negative Elektricität.
6 45	Ebenso; in 0,1 Secunde zum entgegengesetzten Pole; sichtbare Funken; negativ.
7 0	Ebenso. In 0,33 Secunde zum ersten Pole, dem zur Linken; sichtbare Funken; positiv.
7 20	Keine merkliche Elektricität.
8 0	Keine Spur.
9 0	Sehr starke negative Elektricität, im Allgemeinen; es finden aber schnelle Uebergänge (in 0,1 Secunde) von sehr starker negativer zu starker positiver statt.

9h 20m Morg.	Sehr stark negativ (rechte Säule); Funken.
10 0	Kaum merkliche Spuren von positiver Elektricität.
11 0	Geringe Spuren von positiver Elektricität, sehr veränderlich.
11 30	Ebenso.
11 45	Merklichere positive Elektricität (linke Säule).
12 0	Etwas positive Elektricität (linke Säule).
12 35	Keine meßbare Bewegung.
1 0	Ebenso.
1 45	Nichts.
2 30	Einige Spuren positiver Elektricität.
3 0	Sehr schwache Spuren positiver Elektricität.
5 0	Merkliche Spuren positiver Elektricität.
6 30	Das Blättchen berührt nach 20 Secunden den Pol.
7 0	Das Blättchen berührt nach 5 Secunden den Pol.
11 0	Das Blättchen durchläuft in 8 bis 10 Secunden ein Fünftel seiner Bahn; es bewegt sich nach dem Pole auf der linken Seite.

3. October.

0h 0m	Das Blättchen durchläuft ungefähr ein Drittel des ganzen Abstandes in 5 bis 6 Secunden; dieselbe Art von Elektricität.
6 30	Kaum Spuren.
7 15	Das Blättchen berührt die Säule zur Linken zuerst nach 5, dann in weniger als 4 Secunden.
7 40	Die Hälfte des Intervalles in 14 bis 15 Secunden.
8 30	Berührung links in 5 Secunden.
8 50	Berührung in 2 Secunden.
9 30	Berührung in 5 Secunden.
10 0	Berührung in 14 Secunden (Säule zur Linken).
11 15	Das Blättchen berührt die Säule zur Linken in 30 Secunden.
12 20m	Sehr schwach (positiv).
1 15	Schwach (positiv).
3 0	Blättchen zur Berührung in 18 Secunden (positiv).
5 0	Das Blättchen berührt kaum nach 60 Secunden (positiv).
5 45	In 1 Minute durchläuft das Blättchen die Hälfte des Intervalles (positiv).
7 0	Sehr schwach, obgleich man Blitze im Nordosten wahrnimmt (positiv).

Bei den später angestellten Beobachtungen ist der Zustand des Himmels und die Richtung des Windes angegeben; folgendes ist ein Beispiel der Art, wie sie eingerichtet sind:

21. März 1830.

Zeit		Elektricität		Himmel	Wind
0^h 0^m	Morgens	+ 2,80^{mm}		heiter.	WNW.
0 15	″	+ 1,50		″	″
0 30	″	+ 1,20		″	″
1 0	″	+ 0,95		helle Stellen.	″
2 0	″	+ 0,10	kaum bemerkbar,	bedeckt.	″
3 0	″	+ 0,10	kaum	″	″
4 0	″	+ 0,00		″	″
5 0	″	+ 0,00		″	″
6 0	″	+ 0,00		″	W.
7 0	″	+ 0,05		″	″
7 25	″	+ 0,35		″	″
7 30	″	+ 0,10		″	″
7 45	″	+ 0,30		″	″
8 0	″	+ 0,10		″	″
8 15	″	+ 0,90		″	″
8 30	″	+ 1,10		″	″
8 45	″	+ 1,50		″	″
9 0	″	+ 1,60		″	″
10 0	″	+ 8,00		″	WNW.
11 0	″	+20,50		wolkig, Sonnenschein.	W.
12 0	″	+ 9,00		einige kleine helle Stellen.	WNW.
12 20	″	+10,50		″	″
1^h 0^m	Nachmitt.	+10,60		bedeckt.	″
1 30	″	+ 8,25		″	″
2 0	″	+ 6,50		″	NW.
2 30	″	+12,00		einige kleine helle Stellen.	WNW.
3 0	″	+14,35		″	W.
4 10	″	+ 9,50		einige helle Stellen.	″
5 0	″	+20,00		einige kleine helle Stellen.	″
6 0	″	+ 6,75		bedeckt.	″
7 0	″	+15,50		″	″
8 0	″	+ 5,30		″	″
8 50	″	+ 8,50		″	WNW.

9h 0m	Abends.	+ 6,45	bedeckt.	WNW.
9 15	„	+ 7,15	„	„
10 0	„	+ 5,35	„	„
11 0	„	+ 8,10	„	„

Wir lassen jetzt nur die auf besondere Umstände bezüglichen Stellen der Beobachtungsregister folgen.

8. October 1829.

1h 30m Nachmitt. Nichts. Einige kleine helle Stellen. Außerordentlich starker NNW.

2 0 +; merklich, aber schwankend; ich habe nicht bemerkt, daß in der Zeit zwischen zwei Windstößen die Elektricität regelmäßig stärker oder schwächer war, als in dem Augenblicke, wo der Wind mit größter Heftigkeit blies.

4 45 +; äußerst schwach und schwankend. Einige Wolken, Sonnenschein; ziemlich starker NW.

5 20 +; das Anschlagen des Goldblättchens an den Pol tritt in 4,5 Secunden ein; aber die Oscillation geht nicht sehr regelmäßig vor sich; während seiner Bewegung gegen den Pol hin sieht man das Blättchen zuweilen anhalten und selbst während eines Bruchtheils einer Secunde zurückgehen. Wolken in Osten. Sonnenschein. W. ziemlich stark.

7 5 Abends. +; das Goldblättchen durchläuft in einem sehr kleinen Bruchtheile einer Secunde ungefähr den fünften Theil der Entfernung, welche es vom Pole trennt; darauf hält es an und rührt sich nicht von der Stelle. Reiner Himmel, Mondschein. Ziemlich starker W.

8 15 +; ganz wie vor einer Stunde; der Draht scheint sich in einem Bruchtheile einer Secunde bis zum Maximum zu laden. Die Elektricität ist etwas schwächer als um 7h 15m. Einige Wolken, Mondschein. Ziemlich starker WNW.

11 10 Nichts. Hell; Mondschein. NW.

5. November 1829.

5h 0m Abends. +; Berührung in 2 Sec. Heiter; Mondschein. NW.

6 45 +; Berührung in 0,5 Secunde; man fühlt einen stechenden Funken, wenn man den Draht anfaßt;

man sieht ihn in der Dunkelheit. Vollkommen hell; Mondschein. NW.
8h 0m Abends. +; Berührung in 0,8 Secunde; man fühlt und sieht die Funken. Vollkommen heiter; Mondschein. NW.
9 0 +; Berührung in 0,8 Secunde; man fühlt und sieht die Funken. Vollkommen heiter; Mondschein. NW.

6. November 1829.

4h 45m Abends. +; sehr schwach. Wolken, Mondschein. SW.
6 15 +; Berührung nach 1 Secunde; man sieht in der Dunkelheit einen Funken. Leichte Wolken. Mondschein. SW.
8 45 +; Berührung nach 1,5 Secunde. Ich sehe keinen Funken mehr. Leichte Wolken; Mondschein. SSW.

12. November.

6h 45m Abends. +; kaum merkliche Spuren. Bedeckt. WSW.
9 40 +; kaum merkliche Spuren, und dennoch habe ich im Augenblicke der Beobachtung einen hellen Blitz gesehen. Bedeckt. WSW.

16. November.

12h 0m Mittags. Nichts. Das Goldblättchen oscillirt, was zu beweisen scheint, daß der Wind die Elektricität in dem Maaße, wie sie sich absetzt, fortnimmt. Helle Stellen. Sehr starker NNO.
1 0 Nachmitt. +; Berührung nach 1,5 Secunde. Wolkig; Sonnenschein. Sehr starker NNO.
1 20 +; Berührung in 4,0 Secunden. Sehr bewölkt. Sehr starker NNO.
1 50 +; schwach. Helle Stellen. Sehr starker NNO.
7 15 +; Berührung nach 0,8 Secunde; man sieht einen Funken, aber fühlt ihn nicht. Heiter. Sehr starker NNO.

17. November.

10h 15m Morgens. +; Berührung nach 1,5 Secunde. Heiter. Sonnenschein, NNO.
12 0 +; Berührung in 20 Secunden. Das Blättchen geht unaufhörlich vorwärts und wieder zurück; es kommt erst nach einer Reihe von Oscillationen zur

		Berührung. Einige Wolken; Sonnenschein. Sehr starker NNO.
1ʰ 0ᵐ	Nachmitt.	+; sehr schwach (Blättchen oscillirend). Einige Wolken; Sonnenschein. Sehr starker NNO.
1 30		+; Berührung nach 4 Secunden. Bewölkt. Sehr starker NNO.

18. November.

12ʰ 0ᵐ	Mittags.	+; Berührung nach 2 Secunden. Bewölkt. Sonnenschein. ONO.
6 20	Abends.	+; Berührung nach 0,6 Secunde; ich sehe und höre einen Funken, aber fühle ihn nicht. Heiter; Sonnenschein; NO.

22. November.

12ʰ 45ᵐ	Nachmitt.	Nichts. Einige helle Stellen. SSO.
4 30		—; sehr merklich. (Berührt man den Draht oder den Condensator mit der Hand, so entladet man ihn nur zum Theil.) Regen. SW.
6 45		—; Spuren. Regen. SW.
8 45		Nichts. Einige Wolken. SW.

1. December.

10ʰ 0ᵐ	Morgens.	+; Berührung nach 8 Secunden. Heiter; Sonnenschein. O.
12 0		+; Berührung in 1 Secunde. Bewölkt. Sonnenschein. O.
12 15	Nachmitt.	Das Blättchen oscillirt um seine natürliche Lage; Sonnenschein; OSO.
12 50		Das Blättchen oscillirt ebenfalls. Leichte Wolken; Sonnenschein; OSO.
1 0		+; Berührung in 4 Secunden. Leichte Wolken; Sonnenschein; O.
1 30		+; Berührung in 1 Secunde. Leichte Wolken. Sonnenschein; O.

6. December.

11ʰ 45ᵐ	Morgens.	+; Berührung in 2 Secunden. Heiter; Sonnenschein; NO.
12 0		Das Blättchen schwankt. Heiter; Sonnenschein; NO.

12^h 17^m Nachmitt. +; Berührung in 3 Secunden. Heiter; Sonnenschein; NO.

12 35 +; Berührung in 4 Secunden. Heiter; Sonnenschein; ONO.

1 5 +; Berührung in 2.8 Secunden. Heiter; Sonnenschein; ONO.

1 20 +; Berührung in 2.5 Secunden. Heiter; Sonnenschein; NO.

1 35 +; Berührung in 2 Secunden. Bei Berührung des Drahtes fühlt man deutlich kleine Funken. Heiter; Sonnenschein; ONO.

2 50 +; Berührung in 3 Secunden. Ziemlich lebhafte Funken, wenn man den Draht berührt. Heiter; Sonnenschein; O.

7 0 +; Berührung in 1 Secunde. Der Draht bleibt etwas geladen, weun man ihn mit den Fingern berührt. Heiter; Mondschein; ONO.

9 30 +; Berührung in 0,7 Secunde. Man sieht Funken in der Dunkelheit. Heiter; Mondschein; ONO.

10. April 1830.

12^h 20^m Nachmitt. 0,00. Regen; helle Stellen; starker SW.

1 0 —; Funken; der Strohhalm berührt. Helle Stellen; starker SW.

1 20 —; sehr starke Funken. Der Draht entladet sich in die Luft mit starkem Zischen. Helle Stellen; SW.

6 20 +; Funken; Berührung der Wände in 3 Secunden. Regen; W.

11. April.

12^h 0^m Mittags. 0,00. Bedeckt; sehr starker SW.

1 25 Nachmitt. —; sehr starke Funken; in einem Bruchtheile einer Secunde ladet und entladet sich der Draht vollständig. Regen; ziemlich starker WSW.

2 15 0,00. Bedeckt; sehr starker SW.

6 0 0,00. Regen; sehr starker SW.

19. April.

7^h 15^m Morgens. —; sehr lebhafte und glänzende Funken. Regen; O.

7 35 —; etwas weniger stark, als um $7^1/_4$ Uhr. Regen; O.

8 0 +; der Strohhalm berührt das Gehäuse. Regen; NNO.

8h 20m Morgens. —; Funken. Regen; NNO.
8 35 +; stark. Regen; ONO.
9 0 —; starke Funken. Regen; WNW.
10 15 —; stark. Regen; NW.
11 30 +; 18,00 sehr schwankend. Regen; NW.
12 15 0,00. Bedeckt; WNW.

11. Mai.

12h 35m Nachmitt. 0,00. Bedeckt; W.
1 15 —; Berührung nach 0,8 Secunde. Regen; W. (Diese starke negative Elektricität hielt selbst noch nach dem Aufhören des Regens an.)
8 25 —; 6,00. Bedeckt; W.
10 40 0,00. Bedeckt; W.

17. Mai.

7h 45m Morgens. +; kleiner Funken; Berührung in 12 Secunden. Heiter; Sonnenschein; WNW.
8 5 +; kleiner Funken; Berührung in 10 Secunden. Heiter; Sonnenschein; WNW.
8 45 +; kleiner Funken; Berührung in 33 Secunden. Heiter; Sonnenschein; NNW.
12 15 Nachmitt. +; 0,20; der Draht war geladen bis zu dem Punkte, daß er im ersten Momente einen kleinen Funken gab. Leichte Wolken; Sonnenschein; NNO.
1 15 +; 1,20. Leichte Wolken; Sonnenschein; N.

18. Mai.

6h 50m Morgens. +; kleiner Funken; Berührung in 39 Secunden. Dunstig; Sonnenschein; NNW.
7 5 +; stärkerer Funken; Berührung in 27 Secunden. Dunstig; Sonnenschein; NNW.
7 25 +; Funken; Berührung in 11 Secunden. Sehr dunstig; Sonnenschein; NNW.
7 45 +; Funken; Berührung in 6 Secunden. Sehr dunstig; Sonnenschein; NNW.
8 7 +; starker Funken; Berührung in 13 Secunden. Dunstig; Sonnenschein; NNW.
9 5 +; starker Funken; Berührung in 12 Secunden. Leichte Wolken; Sonnenschein; NW.
10 10 +; 12,00. Einige Wolken; Sonnenschein; N.

20. Mai.

7^h	0^m	Abends.	+; 2,35. Einige kleine Wolken; schwacher Sonnenschein; ONO.
10	0		±; Mehrere Linien lange Funken; das Zeichen wechselt jeden Augenblick. Platzregen; Donner; N.
11	5		0,00. Regen; Blitze; WNW.

7. Juni.

7^h	35^m	Morgens.	+; sehr lebhafte Funken. Bedeckt; WNW.
8	30		—; 2,30 (es regnete um 8^h 25^m). Einige lichte Stellen; schwacher Sonnenschein; ONO.
12	0		0,00. Wolken; Sonnenschein; W.

8. Juni.

8^h	0^m	Morgens.	+; 17,00. Sehr wolkig; Sonnenschein; WNW.
8	20		+; 16,00. Sehr wolkig; Sonnenschein; WNW.
10	40		+; 6,00. Helle Stellen; NW.
12	5		—; 7,00. Einige helle Stellen; Sonnenschein; WNW.
12	30		0,00. Bedeckt; WNW.
6	50	Abends.	+; 22,00. Bedeckt; N.
10	15		0,00. Einige helle Stellen; N.

10. Juni.

9^h	5^m	Morgens.	0,00. Bedeckt; WSW.
10	10		—; 20,00. Bedeckt; WSW.
12	45	Nachmitt.	+; sehr sichtbare und wiederholte Funken von 5 Millimetern. Sehr großer Ausschlag. Bedeckt; WNW.
1	5		+; wie um 12^h 45^m. Bedeckt; WNW.
1	15		+; etwas weniger starke und weniger häufige Funken. Der Ausschlag läßt sich nicht messen. Regen; WNW.
10	30		+; 3,50. Bedeckt; NNW.

2. Juli.

10^h	0^m	Morgens.	+; 0,05. Regen; SSW.
12	0		+; starke Funken; Berührung in einem unmeßbar kleinen Bruchtheile einer Secunde. Reichlicher Regen; S.
12	30		0,00. Bedeckt; S.

Die Beobachtungen von 1837, 810 an der Zahl, sind folgendermaßen vertheilt:

Monate.	Anzahl der Beobachtungstage.	Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Anzahl der täglichen Beobtungen.
Januar	31	131	4
Februar	21	37	1
März	29	112	4
April	26	76	3
Mai	31	84	2
Juni	28	52	2
Juli	31	73	2
August	27	52	2
September	28	59	2
October	20	68	3
November	20	33	1
December	27	33	1
Summe	319	810	

Die mittlere Anzahl der Beobachtungen für einen Tag beträgt nur 2,5.

Diese Beobachtungen führen in Bezug auf das seltene Vorkommen der negativen Elektricität zu analogen Resultaten, wie die Beobachtungen von 1829 bis 1830 ergeben haben; aber zu etwas abweichenden in Bezug auf das öfter notirte Fehlen jeder Spur von Elektricität; sie liefern die folgenden Zahlen:

Monate.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen sich keine Elektricität zeigte.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen positive Elektricität wahrgenommen wurde.	Anzahl der Beobachtungen, bei denen negative Elektricität wahrgenommen wurde.	Gesammtzahl der Beobachtungen.
Januar 1837.	123	8	0	131
Februar . . .	37	0	0	37
März	55	52	5	112
April	50	24	2	76
Mai	46	35	3	84
Juni	30	21	1	52
Juli	19	53	1	73
August . . .	36	16	0	52
September . .	24	34	1	69
October . . .	33	34	1	68

November . .	23	10	0	33
December . .	[illegible]2	1	0	33
	508	288	14	810
Verhältnißzahlen	627	356	17	1000

Jene Beobachtungen liefern außerdem noch folgende Resultate:

Während des Januar und Februar gab es fast keine Spur von Elektricität in der Luft; am 18. Februar zeigte bei der Erscheinung eines Nordlichtes das Elektrometer keine Spuren; aber die Atmosphäre war sehr feucht.

Im März fingen die Anzeichen von Elektricität an, zahlreich zu werden; am 22. und 23. wechselte positive und negative Elektricität ab.

Im April trat eine kleine Verminderung der elektrischen Intensität ein.

Im Mai erschienen die elektrischen Phänomene wieder zahlreicher und stärker; am 3. war negative Elektricität während eines reichlichen Regens vorhanden; am 11. und 19. war die Elektricität von Neuem negativ; am 14. und 29., während ein Gewitter in der Ferne sich entlud, gab der Apparat schmerzhafte Funken; am 29. hörte man ein Zischen an dem Leitungsdrahte.

Im Juni war die Elektricität weniger stark als im Mai; jedoch gab am 13. Juni der Apparat lebhafte Funken, und am 16. zeigte er während eines von Blitzen, Donner und Regen begleiteten Unwetters bei einem starken Westnordwestwinde viel Elektricität.

Eine Zunahme der elektrischen Phänomene zeigte sich im Juli; am 17. gab der Apparat bei bedecktem Himmel, stürmischem Wetter und starkem Westwinde schmerzhafte Funken; am 30. gab der Apparat während eines Gewitters, das sich in der Ferne entlud, und bei bedecktem Himmel noch Funken; am 31. war die Elektricität negativ bei einem im Norden bedeckten, im Zenith und Süden aber nur wolkigem Himmel.

Im August waren die elektrischen Anzeichen schwächer.

Im September wurden sie wieder zahlreicher.

Im October erhielten sie sich, verminderten sich im November und wurden im December kaum merklich.

Der erste Band der wissenschaftlichen Aufsätze enthält den großen Aufsatz „über das Gewitter", der zuerst 1838 im Annuaire des Längenbureau erschien und den Arago im Jahre 1852 durchgesehen und zum

Theil neu bearbeitet hat. Wir fügen hier folgende ganz von seiner Hand geschriebene Bemerkungen hinzu:*)]

I.

Gehen die Körper der vom Blitze getroffenen Menschen oder Thiere langsam in Fäulniß über?

Die Alten nahmen an, daß die Körper der vom Blitze getroffenen Menschen und Thiere schnell in Verwesung übergingen.

Im März 1772 ging der Körper eines zu Tottenham, Court-Road, vom Blitze getroffenen Menschen nicht schneller in Verwesung über, als es in derselben Jahreszeit mit dem Körper eines an einer Krankheit gestorbenen der Fall gewesen sein würde.

Die beiden Diener von James Adair, die Sonntag den 17. September 1780 durch einen Blitzschlag getödtet worden waren (vergl. den Aufsatz über das Gewitter, S. 235), beerdigte man erst am folgenden Mittwoch. Ihre Glieder waren, wie Sachverständige bemerkten, alle so beweglich geblieben, wie die von lebenden Personen.

II.

Ein Fall von Heilung durch den Blitz.

Leffers in der Grafschaft Carteret (Nordamerika) hatte im Anfange des Sommers 1806 einen Schlaganfall gehabt, infolge dessen außer anderen mehr oder minder lästigen Nachwirkungen, das linke Augenlid vollständig seine Beweglichkeit verloren hatte, so daß das linke Auge immer offen stand. Am 10. August dieses Jahres wurde Leffers in seinem Zimmer vom Blitze getroffen, der ihn zu Boden warf. Er kam aus dieser Ohnmacht erst nach 20 Minuten wieder zu sich; es fand sich nun, daß die Beine nicht schwächer geworden waren, und daß das gelähmte Augenlid seinen natürlichen Zustand wieder angenommen hatte. Ja noch mehr, — Leffers, der vor dieser Katastrophe mit einer

*) Die folgenden hier von Herrn Barral zusammengestellten Notizen sind wahrscheinlich bloße Collectaneen Arago's, von denen die meisten von ihm wohl nicht der Veröffentlichung werth gehalten sind, weil sie sonst bereits in dem Aufsatze über das Gewitter Aufnahme gefunden haben würden. Anmerk. d. d. Ausg.

Brille las und schrieb, konnte eine solche jetzt vollständig entbehren. Indeß waren diese Vortheile nur um den Preis eines Anfangs von Taubheit erkauft.

Der zweite Band der amerikanischen Akademie enthält eine Bemerkung von John Vinall über die Heilung von Brandschäden, wobei die Bildung jeder Blase dadurch verhindert worden wäre, daß man das verletzte Glied in geringen Abstand von dem negativen Conductor einer großen Elektrisirmaschine gebracht hätte.

III.

Vom Blitze erzeugte und geheilte Lähmung.

Ein Pächter, der im December 1752 nahe bei Ludgvan (Cornwallis) vom Blitze getroffen war, hatte vollständig den Gebrauch seiner Arme verloren. Seine weniger schwer getroffene Frau konnte ihre Beine erst anderthalb Tage nach dem Vorfalle wieder gebrauchen.

Im Monat August 1821 wurde Martin Rockwell in Colebrook (Connecticut) in seinem eigenen Hause von einem heftigen Blitzschlage, der ihn für einige Minuten jedes Gefühls beraubte, getroffen. Als er wieder zu sich kam, war sein rechter Arm und sein linkes Bein gelähmt. Es verging eine Stunde, bevor diese Glieder wieder in ihren früheren Zustand zurückkehrten. Noch merkwürdiger ist folgender Umstand: Rockwell, 50 Jahre alt, litt seit seiner Jugend so stark an Asthma, daß er während ganzer Monate nicht im Bett liegen konnte. Infolge des Blitzschlages verschwand die Krankheit vollständig oder ließ nur noch kaum merkliche Spuren zurück.

IV.

Elektricität lebender Körper.

Die Körper lebender Wesen sind zuweilen, ohne daß man irgend eine äußere Veränderung wahrnimmt, in sehr verschiedenen Graden elektrisch. Das Pferd, welches Tiberius zu Rhodus bestieg, gab Funken, wenn man es etwas stark rieb. Das Alterthum hat noch ein anderes Pferd angeführt, mit welchem dasselbe der Fall war.

Der Vater Theodorich's zog Funken aus seinem eigenen Körper, wenn er sich rieb.

V.

Brennbare Körper ohne Entzündung vom Blitze durchschlagen.

Duhamel berichtet, daß 1746 der Blitz in den Speicher des Pfarrhauses zu Bouilly schlug, und den dort befindlichen Hafer von einem Ende des Speichers bis zum anderen warf.

Der Blitzschlag, der 1785 von zwei und dreißig Pferden in einem Stalle zu Rambouillet dreißig zur Erde warf, hatte vorher bei seinem Durchschlagen durch den Kornboden Bauholzstücke, die ganz mit Stroh überdeckt waren, in tausend Stücke zersplittert, ohne auf seinem Gange irgend eine Spur der leisesten Verbrennung zurückzulassen.

VI.

Durch den Blitz verursachter Brand, der sich erst nach langer Zwischenzeit zeigt.

Die Blitzschläge erzeugen in dem Zimmerwerke der Gebäude Feuersbrünste; es verfließt aber zuweilen eine ziemlich lange Zeit zwischen dem Einschlagen und dem Brande.

Am 5. Februar 1750 schlug der Blitz um 3 Uhr Nachmittags in den Kirchthurm zu Danbury (Essex); der Brand zeigte sich am folgenden Tage zwischen 4 und 5 Uhr Morgens, also 13 Stunden, nachdem sich die Wolken des Blitzstoffes entledigt hatten.

VII.

Ein Blitzschlag in ein Distelfeld.

Als der Blitz am 15. Juli 1804 auf ein damals unbebautes Stück Ackerland in der Parochie von Biddulph (Staffordshire) schlug, verbrannte er alle Köpfe der höchsten Disteln, die in einem Umkreise von ungefähr 18 Metern Durchmesser standen. In der Mitte dieses Kreises, in einer Ausdehnung von ungefähr drei Metern, war die Wirkung viel weniger ausgeprägt. Die Disteln, deren Köpfe das Kraut nicht überragten, litten keinen Schaden.

VIII.

Machen die Blitzschläge den Wein, das Bier und die Milch sauer?

Senebier betrachtete es als möglich, daß die Blitzschläge Wein, Bier und Milch durch eine mechanische Einwirkung, durch eine Art Erschütterung, welche der Donner der Luft und hierdurch den Flüssigkeiten mittheilt, sauer machen könnte.

IX.

Elektricität der Flüssigkeiten (?).

Mehreren Professoren der Physik, Bose unter anderen, ist es in ihren Vorlesungen gelungen, verschiedene Objecte z. B. Menschen mittels eines Strahls elektrisirten Wassers bis auf eine Entfernung von 30 Schritten zu elektrisiren.

Nollet berichtet uns, daß er fünf bis sechs Stunden hinter einander verschiedene Flüssigkeiten elektrisirte, ohne sie sauer oder verdorben zu finden. Nur ihre Verdampfung ging schneller von Statten, als es ohnedies in demselben Zeitraume der Fall gewesen sein würde.

X.

Sind die Wolken im Winter stärker elektrisch als im Sommer?

Die Physiker nehmen ziemlich allgemein (?) an, daß die Elektricität eine der die Wolken bildenden Kräfte ist. Im Winter bilden sich unstreitig mehr Wolken als im Sommer; daher muß die Region, wo die Wolken schweben, in der erstern Jahreszeit reicher an Elektricität sein, als in der zweiten. Aber warum sind denn die Gewitter im Sommer so häufig und im Winter so selten?

XI.

Ueber die Farbe des Funkens.

Die Farbe des elektrischen Funkens ändert sich mit der Natur der Gasart, in welcher er überschlägt. Bleibt die Gasart dieselbe, so ändert er sich mit ihrem hygrometrischen Zustande und ihrer Dichtigkeit.

Wer könnte nach dieser Bemerkung noch behaupten, daß es unnöthig wäre, die Farbe der Blitze aufmerksam zu beobachten!

XII.

Verschiedene Fragen.

— Ist es jemals vorgekommen, daß der Blitz die Glieder eines Thieres getrennt und auseinandergerissen hat, wie er Bäume spaltet, Mauern zersprengt und ihre Bruchstücke weit fortschleudert?

— „Der Kopf der Menschen und der übrigen Thiere sieht, wenn sie vom Blitze getroffen sind, nach dem Ausgangspunkte desselben.“ (. . et hominum, et ceterorum animalium quae icta sunt, caput spectat ad exitum fulminis. Seneca, Quaest. nat. lib. II, cap. 31.)

— „Trotz des Zerschlagens des Fasses (durch einen Blitzschlag) fließt der Wein nicht aus; aber die erlangte Consistenz dauert nicht länger als drei Tage.“ (Stat fracto dolio vinum, nec ultra triduum rigor ille durat. Seneca, Quaest. nat. lib. II, cap. 31.)

Es ist ohne Zweifel nicht nöthig zu bemerken, daß die neueren Beobachter nichts Aehnliches gesehen haben; aber ich muß gestehen, daß es mir nicht gelungen ist, zu errathen, welcher Umstand die Alten bei einer so einfachen Thatsache, wie das Ausfließen oder das Nichtausfließen einer Flüssigkeit irre führen konnte.

— „Der Blitz macht den Wein gefrieren.“ (Vinum gelat. Seneca, Quaest. nat. lib. II, cap. 52.)

Es dürfte schwierig sein, den Ursprung einer solchen Meinung, eines solchen Irrthums aufzufinden.

XIII.

Auf einem See beobachtete Erscheinung. *)

Am 19. Juli 1824 färbte sich nach einem Gewitter das Wasser des Sees von Massaciuccoli im Lucchesischen so, als ob man darin Seife aufgelöst oder Kalk gelöscht hätte. Dieser Zustand dauerte

*) Bereits Bd. 4. der sämmtl. Werke S. 113 mitgetheilt.

Anmerk. d. d. Ausg.

während des 20. Juli fort. Am 21. sah man eine ungeheure Menge großer und kleiner Fische todt auf dem Wasser. Um die Verpestung der Luft zu verhüten, mußte man sie einscharren.

XIV.

Beispiel eines Rückschlages.

Die Physiker wissen recht wohl, daß, wenn man auch weit entfernt von dem Orte ist, wo der Blitz einschlägt, man doch infolge der Explosion schwer verletzt und selbst getödtet werden kann. In der That, nehmen wir an, es befinde sich ein Mensch gerade unter dem einen Ende einer langgestreckten positiv elektrischen Wolke und in ihrer Wirkungssphäre, so wird seine positive Elektricität durch die abstoßende Wirkung der Elektricität der Wolke in die Erde getrieben, und sein Körper negativ elektrisch werden. Veranlaßt nun irgend ein Grund die ganze Wolke, sich an ihrem anderen Ende nach der Erde zu entladen, so wird in demselben Augenblicke die positive Elektricität, die nun nicht mehr zurückgestoßen wird, von dem Boden in den Körper des Menschen mit um so größerer Heftigkeit und Dichte zurückkehren, je beträchtlicher die elektrische Intensität der Wolke vor der Explosion war. Diese plötzlichen Bewegungen des elektrischen Fluidums in der Richtung von unten nach oben hat man Rückschlag genannt. Die Stadt Versailles hat im Jahre 1826 ein Beispiel hiervon erfahren, das von Demonferrand der Akademie mitgetheilt worden ist. Die folgenden Einzelheiten entnehme ich den beiden Briefen dieses Physikers:

Am 24. September 1826, ungefähr um $9^1/_2$ Uhr, entlud sich ein heftiges Gewitter über Versailles und den benachbarten Felder. Ein Greis von 72 Jahren ging nach seinem Hause, als in einer kleinen Entfernung von der Notredamekirche ihn einer der in der Nähe großer Gebäude so häufigen Wirbelwinde zwang, sich einen Augenblick umzudrehen. Dabei war seine rechte Seite gegen eine Mauer gewandt, an welcher eine Metallröhre zur Ableitung des Regenwassers nach der Straße herablief. In dieser Lage empfand der Mann eine solche Erschütterung, daß es ihm vorkam, als wenn die ganze rechte Seite seines Körpers plötzlich auf die linke gestoßen würde; zugleich

fühlte er eine starke Beklemmung und einen der Trunkenheit ähnlichen Schwindel. Die unmittelbaren Folgen dieses Schlages waren eine große Behinderung bei den Bewegungen der ganzen linken Seite und keuchende Respiration; nur mit vieler Mühe und nach mehrmaligem Ausruhen konnte er sich durch eine Strecke von ungefähr vierhundert Schritten in ein benachbartes Haus schleppen. Hier ergab sich, daß die Zunge ebenso schwer beweglich war, wie die ganze linke Seite. Große Fürsorge verschaffte dem vom Blitze Getroffenen augenblickliche Ruhe; die Nacht war leidlich und am nächsten Morgen befand sich der Kranke fast in seinem gewöhnlichen Zustande; aber am Abend, zur Zeit wo der Schlag stattgefunden hatte, kehrte die Beklemmung, die Betäubung und die Behinderung bei den Bewegungen wieder, und so blieb es bis zu Ende der Woche. Als der Kranke sich dann entschloß, einen Arzt zu Rathe zu ziehen, fand man alle Symptome eines Druckes auf das Gehirn und das Rückenmark, woraus eine unvollständige Lähmung der Zunge, des linken Armes und des Beins derselben Seite entstanden war. Dieses Leiden wich in kurzer Zeit den Anstrengungen der Aerzte und der Kranke wurde endlich ganz gesund, aber die regelmäßige Wiederkehr der Zufälle dauerte bis zur Heilung.

In demselben Augenblicke nun, wo jener Greis in Versailles getroffen wurde, schlug der Blitz eine halbe Stunde weit davon in die Meierei Gali. Es würde schwierig, um nicht zu sagen, unmöglich sein, die Identität des Schlages, der die Meierei entzündete, und dessen, der jene Person in Versailles traf, festzustellen. Nichts desto weniger kann man den vorhin beschriebenen Vorfall keinem directen Schlage zuschreiben; denn in dem Augenblicke, wo er stattfand, bewies der Zwischenraum zwischen dem Blitze und dem Donner, daß das Gewitter nicht über Versailles selbst stand. Jedenfalls befand sich Demonferrand zufällig in einer Stube, die der Röhre, welche als Leiter der Elektricität gedient zu haben scheint, sehr nahe war; aber weder er, noch irgend eine der in demselben Zimmer sich aufhaltenden Personen empfanden die mindeste Erschütterung. In dem Hause gegenüber hatte eine Kranke, die ihr Zustand für elektrische Wirkungen hätte reizbarer machen können, gleichfalls Nichts empfunden.

XV.
Hagel mit Steinkernen.

Professor John in Berlin hat an Ferussac folgenden Auszug aus einem Schreiben des Dr. Eversmann aus Orenburg vom 8. October 1824 alten Styls mitgetheilt: *)

„Einige Tage vor unserer Ankunft hierselbst am $\frac{3.}{15.}$ August ist in Sterlitamack oder Sterlitamansk, 230 Werste nördlich von Orenburg, ein merkwürdiger Hagelfall gewesen. Die Hagelkörner von beträchtlicher Größe schlossen nämlich einen festen Kern ein, der einen völlig ausgebildeten Krystall darbot. Es sind an 30 dieser Kerne an unsern Gouverneur gesandt worden und zwei davon habe ich selbst erhalten. Sie sind von brauner Farbe, etwa wie die goldhaltigen Schwefelkieswürfel von Beresowsky und besitzen eine runzliche und glänzende Oberfläche. Die Krystalle bestehen aus sehr flachen doppelt vierseitigen Pyramiden mit gegeneinander überstehenden Seitenflächen und stellen also stumpfe Octaeder dar. Die Kanten, welche in der stumpfen Ecke des Octaeders zusammenlaufen, sind runzlich und stehen hervor, so daß sie auf beiden Seiten der Basis des Octaeders ein erhabenes Kreuz bilden. Die Größe der Krystalle beträgt ungefähr 4 Linien. . . An einigen Krystallen sind die vier Ecken der gemeinschaftlichen Grundfläche der doppelt vierseitigen Pyramide abgestumpft. . . . Die Bestandtheile dieser Aerolithen sind, so viel sich aus dem Anscheine urtheilen läßt, Schwefelmetalle. . . .“

Ein Umstand scheint mir ebenso sonderbar, als das Phänomen, von dem wir jetzt berichtet haben: Eversmann hat es nicht für nöthig gehalten, anzugeben, wie er sich von der Wahrheit desselben überzeugt hat. Durch wen sind die Hagelkörner gesammelt? Waren diejenigen, aus welchen man die Krystalle erhalten hat, nicht zufällig aus mehreren Hagelkörnern zusammengebacken? Würde es in diesem Falle etwas Außerordentliches sein, wenn man zwischen ihnen kleine Sandkörner, auf die sie gefallen wären, gefunden hätte? Da Eversmann nicht zweifelt, daß die kleinen dichten Krystalle, die man ihm

*) S. Gilbert's Physik, Bd. 76, S. 340. Anmerk. d. d. Ausg.

übergeben hat, im Mittelpunkte von Hagelkörnern gefunden worden sind, so ist es mir nicht wohl erklärlich, warum er dieselben nicht analysirt hat.

Andererseits meldet Neliubin, daß im Monat Januar 1825 in demselben Kreise von Sterlitamack Hagel fiel, der kleine Steinchen von folgender Zusammensetzung enthielt:

Rothes Eisenoxyd	70,00
Manganoxyd	7,50
Magnesia	6,25
Thonerde	3,75
Kieselerde	7,50
Schwefel und Verlust	5,00
	100,00

Es würde sehr außerordentlich sein, wenn an demselben Orte eine solche Erscheinung sich in so kurzer Zwischenzeit zwei Mal gezeigt hätte!

Wie dem auch sei, das Studium der Natur der Hagelkörner ist ein Gegenstand, den man den Beobachtern empfehlen muß.

XVI.

Schützen die Blitzableiter vor dem Hagel?*)

„Ein Gewohnheitsmensch wie ein Bauer" (routinier comme un agriculteur) war vor Kurzem ein unbestritten angenommenes Sprüchwort; in Zukunft würde dasselbe der Wahrheit ermangeln. Der äußerste Widerstand, den im Allgemeinen die Landleute den Rathschlägen der Wissenschaft entgegensetzten, hat, wenigstens in Bezug auf mehrere Fragen, einem unbegrenzten Vertrauen Platz gemacht, was eigenthümlich mit ihren alten Gewohnheiten contrastirt. Manche Physiker nehmen an, daß der Hagel durch elektrische Kräfte ganze Stunden lang in der Luft zwischen zwei mehr oder weniger entfernten

*) Im Jahre 1826 in den Annales de chimie et de physique veröffentlichter Aufsatz; einige Theile desselben sind in dem Aufsatze über den Hagel (XVI. Band der sämmtlichen Werke) wiederholt.

Wolkenschichten schwebend gehalten werde; dadurch ist es ihrer Meinung nach möglich, daß die Hagelkörner unter gewissen Umständen ein beträchtliches Volumen und Gewicht erlangen. Diese in einigen Beziehungen recht plausible Theorie ist andererseits gewichtigen Bedenken unterworfen, die noch nicht widerlegt sind; wäre sie übrigens auch vollständig bewiesen, so würde daraus doch nicht nothwendig folgen, daß eine begrenzte Zahl von Blitzableitern, deren Wirkungssphäre, wie allgemein bekannt, in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen ist, ein sicheres Schutzmittel gegen den Hagel abgeben müßte. Würde sich nicht, wenn man die fragliche Theorie bis zu ihren letzten Consequenzen verfolgte, daraus ergeben, daß, wenn ein in den Gebirgen bereits gebildetes Gewitter durch Winde in die Ebene getrieben wird, die mit Blitzableitern versehenen Felder zuerst vom Hagel getroffen werden müßten; da vorzugsweise an diesen Punkten merkliche Veränderungen in dem Zustande der elektrischen Kräfte, die den Hagelkörnern verticale Oscillationsbewegungen ertheilt hätten, vorgingen? Man hat diese Reflexionen nicht beherzigt; unsere Weinberge, sowie die in Savoyen, im Canton Waadt, in einem Theile Italiens, ja selbst mehrere innerhalb der Ringmauern von Paris gelegene Gärten sind mit langen, mit großen Kosten aufgerichteten verticalen Stangen bedeckt. Die Vorsichtigsten bringen oben auf der Stange eine Spitze aus Kupfer an und verbinden dieselbe durch einen Metalldraht mit dem feuchten Boden; andere behalten die Spitze bei, lassen aber den Ableiter weg; wieder andere endlich wenden aus Ersparniß die bloßen Stangen an; überall aber wirkt trotz dieser wesentlichen Unterschiede der Apparat in gleicher Weise. Niemals, versichert man, ist ein mit diesen Schutzmitteln versehenes Feld vom Hagel getroffen worden. Man wird diejenigen, welche die bloßen Stangen anwenden, vergeblich darauf hinweisen, daß die viel höheren Bäume eine viel stärkere Wirkung hervorbringen müssen, und daß es dessenungeachtet in Forsten hagelt: der Einwurf wird ihnen nichtssagend erscheinen. Bemerkt man, daß eine kupferne Spitze der Stange, auf deren Ende sie angebracht ist, keine neue Eigenschaft verleiht, wenn sie nicht durch eine metallene Kette mit dem feuchten Boden verbunden ist, so wird man über diese Bedenken lachen! Wendet man sich endlich an diejeni-

gen, welche den Apparat mit der größten Sorgfalt construirt haben, und erläutert ihnen, daß wenn man an die Wirksamkeit der Hagelableiter auch glauben wolle, dies nur unter der Bedingung sein könne, daß sie in äußerst großer Zahl vorhanden seien; daß es gar keinen Sinn habe, ein Feld oder einen Weinberg mit einigen Stangen schützen zu wollen, während die benachbarten Weinberge und Felder keine enthalten; daß die Erfahrung ein anderes Resultat gegeben; daß es häufig im Innern von Städten hagelt, auf Häusermassen, die überreichlich mit Blitzableitern versehen sind, ja auf diese Apparate selbst: so werden alle diese Raisonnements ebenso als wenn sie gar nicht vorgebracht worden wären, behandelt; so sehr ist man geneigt, das, was man lebhaft wünscht, zu glauben.

Mehrere landwirthschaftliche Gesellschaften, z. B. die zu Lyon, baten kürzlich den Minister des Innern um die Mittel, ein Experiment im Großen anzustellen; Se. Excellenz befragte die Akademie. Die mit der Prüfung der Vorlagen beauftragte physikalische Section fand, daß die Hoffnungen auf Erfolg, den man bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft hegen könnte, viel zu schwach wären, als daß es angemessen gewesen wäre, der Regierung zu rathen, die Kosten zu übernehmen; der Beschluß fand wenig Widersacher. Ein derartiger Versuch müßte, um beweisend zu sein, eine große Anzahl von Jahren fortgesetzt werden; dann wäre auch noch nöthig, daß man ihn ohne Vorurtheil verfolgte; Unbefangenheit war aber sicher nicht die Eigenschaft der Personen, die ihn anzustellen wünschten. Hierin liegt leider der Grund, welcher die kostspieligen Versuche, die man heutzutage unternimmt, vollkommen illusorisch machen wird. Wie kann man hoffen, vollständige statistische Angaben zu erhalten, das einzige Mittel um zur Wahrheit zu gelangen, wenn in gewissen Bezirken, die ich angeben könnte, der Besitzer nur erst einzugestehen wagt, daß er trotz der Stangen verhagelt ist, wenn er sicher ist, daß man ihn nicht nennen wird. Ein solches ganz unverständiges Benehmen wird sicherlich nicht sehr lange dauern können; wenn es verschwunden ist und die günstigen und ungünstigen Thatsachen mit gleicher Sorgfalt gesammelt sein werden, erst dann kann die Meteorologie einigen Nutzen aus diesen Experimenten ziehen. Was die Landwirthe betrifft, so sind

sie bei der Frage fast nicht interessirt; denn sie werden in den Versicherungsgesellschaften, die entweder auf Gegenseitigkeit oder auf feste, passend nach der Oertlichkeit abgestufte Prämien gegründet sind, ein viel billigeres Mittel als das Aufrichten von Stangen finden, um sich gegen den durch Verwüstungen des Hagels entstehenden Schaden zu schützen. Die landwirthschaftlichen Gesellschaften werden sich unbestreitbare Rechte auf den öffentlichen Dank erwerben, wenn sie so nützliche Anstalten begünstigen; sie verfehlen aber im Gegentheil ihren Zweck, wenn sie Schutzmittel von mindestens sehr zweifelhafter Wirksamkeit empfehlen, die, mit anderen Versicherungsweisen verglichen, in der Praxis niemals Nutzen bringen werden.

Ich glaube, daß ich, ohne mich von dem Gegenstande, den ich beim Schreiben dieser Bemerkung im Auge hatte, sehr zu entfernen, hinzufügen kann, daß es 1826 in mehreren Weinbergen des Beaujolais trotz der zahlreichen dort aufgerichteten Blitzableiter gehagelt hat, und daß in der Nacht vom 22. zum 23. Juli der Hagel in großer Menge auf die am meisten mit schützenden Vorrichtungen versehenen Weinberge des Canton Waadt gefallen ist.

XVII.

Ueber den Einfluß der Nordlichter auf die Bewegungen der Magnetnadel.

Seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts hatten die Physiker erkannt, daß ein inniger Zusammenhang zwischen dem Erdmagnetismus und den Nordlichtern stattfindet. Aber die einzige durch die Beobachtungen dargebotene Thatsache bestand darin, daß der Gipfel des leuchtenden Bogens jedes Nordlichtes genau im magnetischen Meridiane liegt. Im Jahre 1819 entdeckte ich nun außerdem, daß jedes Nordlicht auf die Bewegungen der Magnetnadel, selbst an Orten, wo es nicht sichtbar ist, einen Einfluß äußert.*) Im Jahre 1820 fand ich, daß der elektrische Strom einer Säule Stahl und

*) Vergl. Bd. 4 der sämmtl. Werke S. 477, 483 und 592.

Eisen magnetisch macht.*) Im Jahre 1824 entdeckte ich die Erscheinungen des Rotationsmagnetismus.**) Es ist mir daher wohl erlaubt, auszusprechen, daß meine Entdeckungen im Verein mit den Entdeckungen von Oersted und Ampère die Identität der Ursache der magnetischen und elektrischen Erscheinungen mit der Ursache der Nordlichter dargethan haben. Ich konnte folglich vorhersagen, daß die Nordlichter auf die elektrischen Telegraphen wirken müßten; und die Wahrheit dieses Ausspruchs wurde 1847 bestätigt.***) Ich habe nicht nur nachgewiesen, daß die Declinationsnadel einen starken Einfluß von den Nordlichtern erleidet; ich habe auch gefunden, daß die Inclinationsnadel nicht weniger außerordentliche Bewegungen darbietet; meine Beobachtungen von 1827 lassen in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig.****) Endlich konnte ich am 25. September 1827, indem ich nur die ungewöhnlichen Bewegungen der zur Beobachtung der täglichen Variationen bestimmten Nadel in meinem Zimmer wahrnahm, das glänzende Nordlicht, das man in ganz Europa beobachtete, etwas vor seinem Erscheinen ankündigen. Dies Nordlicht war vorzüglich glänzend in Ostende. Der erste Schimmer soll um 11 Uhr wahrgenommen worden sein. Um Mitternacht stand das Phänomen in seinem größten Glanze; um 1 Uhr dauerte es noch fort. Der helle Gürtel, der die schwarze den Horizont begrenzende Wolke umsäumte, verbreiterte sich allmälich und erreichte das Zenith; später theilte er sich in mehrere Streifen oder Säulen, die von Norden nach Süden gerichtet waren. Diese ursprünglich weißlichen Streifen nahmen bald eine sehr glänzende Feuerfarbe an, zuerst im Westen, dann im Osten; gegen Mitternacht sah man von Zeit zu Zeit ein undulirendes Licht sich von Norden nach Süden bewegen; das Licht war ebenso lebhaft, wie das der Blitze. Diese Umstände, die sich mit verschiedenen Modificationen bei allen Nordlichtern zeigen, sind noch keineswegs erklärt; alles was man weiß, und ich glaube am meisten hierzu

---

*) Vergl. Bd. 4 der sämmtl. Werke S. 335.

**) Ebendas. S. 347 und 369.

***) Ebendas. S. 591.

****) Ebendas. S. 537.

beigetragen zu haben, ist, daß die Nordlichter eine elektrische Erscheinung sind, da sie auf die Declinations- und Inclinationsnadel, sowie auf die elektrischen Telegraphen wirken.

XVIII.

Haben die trocknen Nebel irgend einen Einfluß auf die Magnetnadel?

Ein merkwürdiger Nebel verbreitete sich im August 1821 in der Atmosphäre. Er wurde in England, in der Grafschaft Essex, am Morgen des 18. August von Forster beobachtet. Die durch den Nebel geschwächte Sonne konnte bei ihrem Aufgange mit freiem Auge betrachtet werden, und hatte ein silberfarbiges Aussehen, so ähnlich gefirnißter Seide, daß die Bauern auf dem Felde sie für einen Luftballon hielten. Howard beobachtete das Phänomen in der Grafschaft Sussex zwischen 9 und 10 Uhr Morgens. In Paris zeigte es sich an demselben Tage, aber erst um 6 Uhr Abends. In Viviers in der Dauphiné (44° 29′ Breite) bedeckte ein ähnlicher, rauchiger, weißlicher, trockner Nebel ebenfalls den Himmel am 19. August Abends; am folgenden Morgen erschien die Sonne bei ihrem Aufgange weiß und ohne Glanz; am Abend war sie roth. Nach Flaugergues zertheilte sich dieser Nebel, ähnlich dem von 1783, erst am 30. August infolge eines kleinen Regens gänzlich.

Ich habe geglaubt, es könnte eine Hinweisung auf die von Norden nach Süden gerichtete Bewegung, infolge deren die Substanz des Nebels, oder wenn man will, die atmosphärische Modification, die ihn erzeugte, in einem halben Tage von London nach Paris und dann von Paris nach Viviers fast genau in demselben Zeitraume übertragen worden zu sein scheint, von Nutzen sein.

Die Rolle, welche die Physiker die trocknen Nebel bei der Erklärung der Nordlichter haben spielen lassen, legte uns die Verpflichtung auf, zu untersuchen, ob vom 18. August an der Gang der Declinationsnadel irgend eine merkliche Störung erfahren hat; indeß haben wir in unseren Beobachtungsregistern nichts gefunden, was

einen solchen Schluß rechtfertigen könnte: während des August 1821 haben die täglichen Aenderungen der Declination mit einer großen Regelmäßigkeit stattgefunden.

Am 21. Mai 1822 um 5 Uhr Nachmittags verbreitete sich plötzlich zu Paris in der Luft ein Nebel von eigenthümlicher Beschaffenheit, durch den die Sonne im lebhaftesten Roth erschien. Dieser Nebel hatte einen sehr deutlichen Geruch nach salpetriger Säure. Er wurde fast in demselben Augenblicke in einem Umkreise von 4 bis 5 Meilen um die Hauptstadt beobachtet, und hatte überall dieselben Eigenschaften. Er zertheilte sich zu Paris gegen 10½ Uhr Abends. Dieser Nebel hat ebenfalls keinen wahrnehmbaren Einfluß auf eine an einem ungedrehten Coconfaden aufgehangene Magnetnadel ausgeübt.

Ueber einige merkwürdige Phänomene.

I.

Ueber eine merkwürdige Anordnung der Wolken.

Es geschieht ziemlich oft, daß die Wolken nach zwei diametral gegenüberstehenden Punkten des Horizonts zu convergiren scheinen. Sie ahmen dann die Form der Meridiane nach, welche die Geographen auf ihren Globen ziehen. Dies Phänomen ist sehr leicht zu erklären; es ist durchaus nur eine Wirkung der Perspective. Harvey hat es gegen Ende October 1828 zu Plymouth in seiner ganzen Schönheit beobachtet, aber mit dem sehr merkwürdigen noch hinzutretenden Umstande, daß die beiden Convergenzpunkte im magnetischen Meridiane lagen.

II.

Ueber den Zustand der Atmosphäre in der Nähe der Wasserfälle.

Nach einer unter den Besuchern des Niagara allgemein verbreiteten Meinung besitzt die unmittelbar unter dem Bogen, den bei seinem Falle das Wasser des Lorenzstromes bildet, befindliche Luft nicht genau dieselbe Spannkraft, wie die etwas entfernteren Theile der Atmosphäre. Nach Einigen soll die Luft unter dem flüssigen Bogen dichter, nach Andern im Gegentheil dünner sein. Auf beiden Seiten

beruft man sich auf die Schwierigkeit zu athmen, die man empfindet, wenn man den Muth gehabt hat, sich zwischen den Felsen, von welchem das Wasser herabstürzt und den Fuß des Wasserfalles zu stellen. Der Kapitän Basil Hall hat soeben diese Meinungen der Prüfung durch einen entscheidenden Versuch unterworfen. Er hat den Barometerstand zuerst entfernt von dem Wasserfalle, dann bei großer Nähe gemessen; eine dritte Beobachtung wurde einige Augenblicke später am Fuße des Abfalles der Felsen selbst, über welche das Wasser herabstürzt, angestellt; überall hat er dasselbe Resultat erhalten.

Unter dem Wasserfalle herrscht ein sehr heftiger Wind, der die Barometerbeobachtungen äußerst schwierig macht. Dieser Wind nimmt seinen Ursprung von den Punkten der Oberfläche des großen Bassins, welche der Fluß unten bei seinem Falle trifft. Kapitän Hall steht nicht an, auszusprechen, daß seine Heftigkeit die der stärksten Orkane, denen die Seeleute in irgend einer Gegend der Erde jemals ausgesetzt sind, um Vieles übertrifft. Dieser Umstand wird diejenigen nicht in Erstaunen setzen, welche Gelegenheit gehabt haben, die Erfolge zu beobachten, die man in den Hammerwerken der Alpen oder Pyrenäen durch den Fall einiger Wasserstrahlen in den unter dem Namen der Wassertrommelgebläse bekannten Apparaten erhält.

Diese Notiz ist ein sehr kurzer Auszug aus einem in den American Journal of science vom Januar 1828 abgedruckten Briefe des Kapitän Hall.

III.

Ueber die Feenringe.

Die fairy rings (Feenringe) der Engländer sind Kreise, innerhalb deren das Gras der Wiesen entweder viel grüner und höher oder viel dürrer, als sonst überall steht.

Die Landleute haben zu bemerken geglaubt, daß einem Feenringe mit lebhafter Vegetation stets die Erscheinung eines solchen Ringes mit dürrer Vegetation vorhergeht.

IV.

Ueber ein auf den shetländischen Inseln beobachtetes meteorologisches Anzeichen.

Scott, Professor an der königlichen Militärschule zu Sandhurst, versichert, daß er auf den shetländischen Inseln häufig ein Phänomen beobachtet habe, das er folgendermaßen beschreibt:

Im Erdgeschosse des Hauses zu Belmont befindet sich ein Schrank, auf dessen Platte man gewöhnlich die Trinkgläser in umgekehrter Lage stellt. Diese Gläser lassen zuweilen von selbst Töne hören, ähnlich denen, die sie von sich geben, wenn man sie auf ihrer äußeren Fläche leicht mit der Schneide eines Messers anschlägt oder wenn man sie etwas aufhebt, und dann plötzlich auf die Platte, auf der sie stehen, zurückfallen läßt. Diese Töne sind stets die Vorboten eines Windstoßes; auch verfehlt man nicht, die Boote, die Ernten u. s. w. in Sicherheit zu bringen, sobald man sie gehört hat. Nichts zeigt übrigens an, aus welchem Striche der Wind wehen wird; aber die Intensität des Tones scheint immer mit der des Windes, welchen er ankündigt, im Zusammenhange zu stehen; der Wind zeigt sich je nach den Umständen später oder früher, aber im Allgemeinen mehrere Stunden nach dem Tone.

Scott sagt, daß er sich versichert habe, daß keine Bewegung der Gläser oder ihrer Unterlagen stattfinde, selbst in dem Momente, wo sie am stärksten tönen. Er scheint geneigt, zu glauben, jedoch ohne dieser Idee irgend eine Wichtigkeit beizulegen, daß die Ursache dieser Erscheinung in der Elektricität zu suchen sei.

V.

Tönen der Luft.

Gemmelaro berichtet in seinem Journale eine Beobachtung, die wir fast nicht aufzunehmen wagen, da sie uns zu sonderbar erscheint; nach seiner Versicherung nämlich wäre am 2. Juni 1814 die Luft in der Nähe von Catania so tönend geworden, daß man durch die bloße Bewegung der Finger eine Art von Zischen hervorbringen konnte, das sich bis zu einem gewissen Grade sogar moduliren ließ.

VI.

Ungewöhnliche Detonationen auf der Insel Meleda.

Die Insel Meleda liegt im adriatischen Meere in geringer Entfernung von Ragusa. Ihre Länge in der Richtung von Ost nach West beträgt 36 Kilometer; ihre größte Breite mißt nicht mehr als 6 Kilometer. In der Mitte der Insel befindet sich das kleine Thal von Babinopoglie und ein Dorf, welches davon den Namen trägt; die umgebenden Berge sind ziemlich hoch.

Am 20. März 1822 gegen 5 Uhr Morgens hörte man in Babinopoglie zum ersten Male Detonationen, ähnlich wie Kanonenschüsse; sie verursachten ein großes Zittern in den Thüren und Fenstern des Dorfes, obgleich sie aus der Ferne zu kommen schienen. Von dieser Zeit an erneuerte sich die Erscheinung jeden Tag bis vierzig, funfzig und selbst zweihundertmal. Die Schläge wurden um so heftiger, je häufiger sie waren. Im August 1823 wurden die stärksten gehört; es hatte damals länger als vier Monate weder auf Meleda, noch in Ragusa oder in den angrenzenden Provinzen geregnet. Diese merkwürdigen Geräusche schienen übrigens in keiner Beziehung mit den Zuständen der Atmosphäre oder des Meeres zu stehen; sie zeigten sich bald bei Tage, bald bei Nacht. Kein leuchtendes Phänomen, kein eigentliches Erdbeben begleitete sie.

Von Anfang an hatte der oberste Beamte der Insel, Carlo de Natali, Leute auf den Höhen aufgestellt, in der Absicht, den Ursprung dieser Detonationen zu ermitteln; aber die verschiedenen Berichte standen oft in offenbarem Widerspruche; manchmal glaubten die Beobachter, die Schläge in der Atmosphäre über ihren Köpfen gehört zu haben.

Jener Beamte stieg selbst in einige unterirdische Höhlen hinab, die auf der Insel existiren; darin aber war Alles vollkommen still. Wenn man sich von Babinopoglie entfernte, verlor das Geräusch sehr schnell seine Intensität.

Die Detonationen begannen, wie schon oben gesagt, am 20. März 1822. Während eines Zeitraums von 30 Tagen, vom 10. Juli an, hörte man Nichts; aber am 10. August erfüllte eine plötzliche äußerst laute Explosion alle Einwohner mit Schrecken. Es ist be-

merkenswerth, daß dies genau zu der Zeit geschah, wo die Stadt Aleppo durch ein Erdbeben von Grund aus zerstört wurde.

Am 17. eben dieses Monats hörten alle Donner von Neuem auf; sie wiederholten sich dann zu mehreren Malen bis zum Februar 1824. Dann trat eine Ruhe ein, die sieben Monate dauerte. Im September fingen die Detonationen wieder an, und setzten sich, aber immer schwächer werdend, bis Mitte März 1825 fort.

In Amerika hat man zuweilen ähnliche Detonationen, wie auf der Insel Meleda gehört; sie sind aber im Allgemeinen nur von sehr kurzer Dauer gewesen.

Der Doctor Stulli in Ragusa, dem wir die vorstehenden Einzelheiten entlehnt haben, berichtet in dem Briefe, von dem die mir zugesandte Brochure begleitet war, über die verschiedenen Erklärungen, welche man in Italien von dem Phänomene auf Meleda gegeben hat. Nach Einigen entsteht das Geräusch durch das Fallen großer Steinblöcke, die sich von den Gewölben einiger unterirdischer Höhlen ablösen; Andere meinen, daß man den Ursprung desselben in den plötzlichen Bewegungen des Meeres gegen eben diese Höhlen zu suchen habe, u. s. w.

Diese Hypothesen sind sehr leicht zu widerlegen und Dr. Stulli hat es mit Erfolg gethan; aber er selbst ist wohl nicht glücklicher in seinen Vermuthungen gewesen, wenn er annimmt, daß die Detonationen ihren Ursprung in der Entwickelung ungeheurer Gasblasen haben, die sich im Grunde des Meeres bilden, und an die Oberfläche gelangend, sich chemisch mit dem einen der beiden Bestandtheile der atmosphärischen Luft vereinigen. In der That würde die Gasblase, um mich auf einen einzigen Einwand zu beschränken, aus der flüssigen Masse nicht entweichen können, ohne darin beträchtliche Bewegungen hervorzubringen, die jedoch auf Meleda Niemand bemerkt hat.

Die Brochure des Dr. Stulli schließt mit einem bis dahin nicht gedruckt gewesenen Berichte des Erdbebens, das am 6. April 1667 die Stadt Ragusa ganz zerstörte. Er erzählt darin, daß man zu dieser Zeit in der Ferne, auf hohem Meere unaufhörlich Detonationen hörte, die fast ebenso stark wie die Schläge des Donners oder

großer Geschütze waren; indeß konnte man nicht entdecken, woher sie kamen.

VII.

Ueber das unterirdische Geräusch zu Nakuhs.*)

Nakuhs liegt anderthalb Meilen von Tor am rothen Meere. Dieser Ort ist wegen gewisser Töne berühmt, die dort zu jeder Stunde des Tages und der Nacht entstehen. Als Gray aus Oxford El Nakuhs zum ersten Male besuchte, hörte er unter seinen Füßen einen anhaltenden murmelnden Ton, der nach und nach, so wie er lauter wurde, in Bebungen überging, so daß er den Schlägen einer Uhr ähnelte. Am folgenden Tage hörte dieser Reisende den Schall während einer ganzen Stunde; die Luft war vollkommen ruhig und rein. Gray schloß daraus, daß man diese Erscheinung nicht, wie man es an anderen Orten gethan hat, dem Durchgange der Luft durch gewisse Risse des Bodens oder der Felsen zuschreiben kann; es ist auch zu erwähnen, daß eine aufmerksame Prüfung des Terrains keine wahrnehmbare Spalte entdecken ließ. Die Araber der Wüste sagen, daß die fraglichen Töne die Klänge der Glocke eines Mönchsklosters seien, das auf wunderbare Weise unter der Erde seit der Zeit, wo das Land im Besitze von Christen war, fortbesteht. Andere legen den Tönen einen vulkanischen Ursprung bei. Die warmen Bäder des Pharao finden sich an derselben Küste.

VIII.

Sturm zu Wardoehuus.

Das Fort Wardoehuus, das nördlichste in Europa, liegt auf der Insel Wardoe in 70° 22′ nördlicher Breite, die einen Theil des norwegischen Amtes Finmarken bildet. Dieses Fort und die benachbarten Inseln wurden im Anfange 1820 von einem Sturme von

*) Vergl. Poggend. Annal. Bd. 15, S. 312. Das Geräusch entsteht nur durch das Herabrollen des Sandes. Anmerk. d. d. Ausg.

außergewöhnlicher Heftigkeit getroffen, der die festesten Felsmassen erschütterte.

Damit die Leser sich eine richtige Vorstellung von der Wuth der Wellen in diesen nördlichen Gegenden machen können, bemerken wir, daß am 21. Januar 1820 der Warberg, der sich 130 Meter über das Niveau des Meeres erhebt, vollständig von den Wogen bedeckt war, so daß das Wasser in Strömen von der westlichen Seite dieses Berges herabstürzte.

Ueber die Depression des Meereshorizontes.*)

Bei der Unmöglichkeit, wegen der heftigen und unregelmäßigen Bewegungen der Schiffe auf dem Meere ein Niveau oder Bleiloth anzuwenden, beziehen die Seeleute alle Beobachtungen, die sie zu machen Veranlassung haben, auf die blaue, im Allgemeinen ziemlich gut begrenzte Linie, welche den Himmel und das Meer zu trennen scheint. Diese Linie fällt allerdings nicht mit dem mathematischen Horizonte zusammen; indeß kann die Größe, um welche sie unterhalb desselben liegt, die sogenannte Depression genau berechnet werden, weil sie blos von der Höhe des beobachtenden Auges über dem Wasserspiegel und von den Dimensionen der Erde abhängt. Leider ist es aber nicht ebenso leicht, die Wirkungen der atmosphärischen Refractionen ihrem Betrage nach anzugeben. In den gewöhnlich benutzten und in allen Werken über Schifffahrt enthaltenen Depressionstafeln trägt man stets nur der mittleren Refraction, wie sie zu einem bestimmten Thermometer- und Barometerstande gehört, Rechnung. Es genügt, einen Blick auf die Sterne im Augenblicke ihres Aufgehens zu werfen, um zu sehen, wie viel die so bestimmte Correction oft von der Wahrheit entfernt sein kann.

Seit einigen Jahren haben die Seeleute versucht, für ein so veränderliches Element, wie die atmosphärische Refraction ist, wenn auch nicht eine strenge Rechnung aufzustellen, so doch wenigstens irgend

*) 1824 in der Connaissance des temps für 1827 erschienene Abhandlung.

eine praktische Regel zu finden, nach der sich, wenn die Temperatur der Luft und des Meeres bekannt ist, angeben ließe, ob die wirkliche Depression größer oder kleiner als die der Tafeln sein werde.

Um durch directe Beobachtungen die Fehler der berechneten Depressionen zu bestimmen, nimmt man den Winkelabstand eines Punktes des Horizontes von dem diametral gegenüberstehenden Punkte. Macht man die Voraussetzung, daß die Zustände der Atmosphäre rings um den Beobachter dieselben sind, so ist die Abweichung des gemessenen Abstandes von 180° offenbar dem Doppelten der wirklichen Depression des Horizontes gleich; und es kann dann dieser Werth mit der in den Tafeln angegebenen Depression verglichen werden. Den Winkelabstand der beiden Horizonte erhält man entweder mit Sextanten oder mit Reflexionskreisen, denen man einen kleinen Spiegel anfügt, dessen Stellung nach den bei verschiedenen Schriftstellern beschriebenen Methoden zu verificiren ist; oder, wie dies die Kapitäne Hall und Parry gethan haben, mittelst eines von Dr. Wollaston erfundenen Instrumentes, des sogenannten Dipsectors, der ausschließlich zu diesem Gebrauche bestimmt ist.

Nördliche Gegenden. In einer derartigen Tafel, welche die erste Reise des Kapitän Parry enthält, steigen die größten positiven und negativen Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung auf + 59″ und — 33″. Im ersten Falle war die Temperatur der Luft 0,5° C. höher als die des Wassers; im zweiten war dagegen das Wasser um 1,2° wärmer als die Luft. Unter den Beobachtungen, bei denen Luft und Wasser genau auf derselben Temperatur waren, finde ich Fehler von + 51″. Im Jahre 1820 hat man ebenso wie im Jahre 1819 nur positive Fehler gefunden, wenn die Luft wärmer als das Wasser war; aber bei einer Temperatur der Luft, die um 1° C. niedriger war als die des Meeres, stieg am 21. Juli 1819 der Fehler auf + 58″.

Es geht hieraus hervor, daß bei der Bestimmung der Breite eines Schiffes oder der Höhe eines Sternes auf dem Meere in den Polargegenden der geübteste und mit den besten Hülfsmitteln ausgerüstete Beobachter sich um 1 Minute in Mehr oder Weniger täuschen kann, ohne daß die meteorologischen Umstände ihm Mittel darzubieten

vermögen, um die Größe des Fehlers zu berechnen, oder auch nur vermuthen zu lassen, in welchem Sinne er begangen wird. Ein Fehler von 2′ in Breite oder von ungefähr 4000 Meter in der Bestimmung des Laufes eines Schiffes ist beträchtlich genug, um wünschen zu müssen, daß die mit der Entwerfung der Karten beauftragten Seeleute sich in Zukunft nicht mehr ausschließlich auf die Depressionstabellen verlassen, wie sie dies bisher gethan haben, sondern daß sie nach jeder wichtigen Beobachtung den Fehler dieses Elementes entweder mit dem Wollaston'schen Dipsector oder mit Hülfe des vielleicht ebenso bequemen kleinen Apparates, der sich an den Sextanten oder den Reflexionskreisen leicht anbringen läßt, bestimmen.

Gegenden in der gemäßigten Zone. Kapitän Gauttier hat sich auf meine Bitte während seiner schönen hydrographischen Reisen im Mittelmeere auch mit diesen interessanten Beobachtungen beschäftigt. Es folgt hier das Wichtigste aus seinen mir übersandten Tabellen. Ich werde die Fehler, die viel unter 1 Minute liegen, nicht anführen. Damit man über das Zeichen der Fehler nicht im Ungewissen bleibe, bemerke ich, daß die beobachtete Depression als von der berechneten abgezogen betrachtet wird. Das Zeichen + am 7. August zeigt also an, daß die berechnete Depression um 1′ 14″ größer war, als die beobachtete. Folgendes sind die Resultate für die hydrographische Reise des Jahres 1819:

Negative Fehler.

Tag.	Tageszeit.	Differenz.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
6. April . .	Morgen	—1′ 13″	16,0° C.	16,2° C.
„ „	Mittag	0 57	17,2	17,5
15. „	Morgen	1 10	16,9	17,2
„ „	Mittag	1 9	16,9	18,1
21. „	Morgen	0 56	16,2	17,5
„ „	Mittag	1 15	19,5	17,8
22. „	Morgen	0 53	21,2	18,1
„ „	Mittag	1 24	21,2	18,1
20. Mai . .	Mittag	0 56	20,0	17,5
„ „	Abend	0 54	19,9	17,5

28. Mai . .	Mittag	— 0′ 59″	25,1° C.	22,5° C.
29. „	Morgen	0 52	22,5	21,1
„ „	Mittag	1 30	23,8	21,3
19. Juni . .	Morgen	0 59	23,2	21,5
24. „	Mittag	1 34	27,5	23,7
21. August .	Morgen	1 32	21,2	26,2
„ „	Mittag	1 4	25,2	26,2
10. September	Morgen	0 53	25,0	26,0
23. „	Morgen	1 29	18,5	24,0
„ „	Mittag	1 2	19,6	23,8
25. „	Mittag	0 59	23,5	23,7
10. November	Morgen	0 56	16,5	20,6

Positive Fehler.

Tag.	Tageszeit.	Differenz.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
4. April . .	Mittag	+ 1′ 19″	17,5° C.	13,8° C.
25. „	Mittag	1 11	20,6	17,8
„ „	Abend	0 58	21,0	17,7
8. Juli . .	Morgen	2 7	25,6	21,3
„ „	Mittag	1 26	25,0	22,0
9. „	Morgen	1 46	24,4	21,5
„ „	Mittag	2 54	27,5	21,3
17. „	Abend	3 31	30,0	26,9
18. „	Morgen	1 34	26,0	22,5
„ „	Mittag	1 4	25,6	23,2
„ „	Abend	1 1	27,2	24,9
6. August .	Abend	1 41	26,9	23,2
7. „	Abend	1 14	27,5	24,4
8. „	Mittag	2 17	25,6	22,5
„ „	Abend	2 17	26,9	24,8
4. November	Morgen	1 4	25,0	23,7
„ „	Mittag	0 50	25,7	24,4
5. „	Mittag	1 5	25,0	24,4

Da dem Leser in der zweiten Tabelle ein Fehler von 3′ 31″ aufgefallen sein wird, so muß ich hinzufügen, daß die Umstände bei dieser Beobachtung sehr günstig waren, und daß mehrere Officiere dasselbe Resultat fanden, obgleich sie sich zweier verschiedener Instrumente bedienten.

Die einzige Folgerung übrigens, die man aus allen diesen Bestimmungen ziehen kann, ist folgende: der Fehler der berechneten Depression ist nur dann positiv, wenn die Temperatur der Luft die des Wassers übertrifft.

Was die negativen Fehler anbelangt, so beobachtet man sie ohne Unterschied, sowohl wenn die Atmosphäre wärmer, als auch wenn sie kälter als das Meer ist.

Mittelst eines eigenthümlichen Verfahrens habe ich mich versichert, daß bei gleichem Drucke die Brechung der feuchten Luft ein klein wenig von der Brechung der trockenen Luft abweicht. Ich hatte hiernach gehofft, daß der hygrometrische Zustand der Atmosphäre zu einer Erklärung würde führen können, warum der Fehler der Depression negativ gefunden worden ist sowohl für Temperaturen des Meeres, welche die der Luft übertreffen, als auch unter gerade entgegengesetzten Umständen; indeß hat die Rechnung meine Vermuthung nicht bestätigt. Als ich den mittleren Stand des Saussure'schen Hygrometers für die zehn Tage nahm, an denen der Fehler negativ gewesen war, obgleich die Luft eine höhere Temperatur besaß als das Wasser, so erhielt ich 84,0°. Eine ähnliche Rechnung auf die zwölf anderen Beobachtungen derselben Tafel, bei denen die Luft eine geringere Temperatur zeigte, angewandt, hat 82,5° gegeben. Diese Zahl differirt zu wenig von der vorhergehenden, als daß man hoffen könnte, bei der Untersuchung der Depression des Horizontes von dem Hygrometer irgend einen Nutzen zu ziehen.

Auf der hydrographischen Reise von 1820 im schwarzen Meere beobachtete Fehler.

Negative Fehler.

Tag.	Tageszeit.	Fehler.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
26. Mai . .	Mittag	— 0′ 55″	16,9° C.	17,5° C.
„ „	Abend	0 54	17,5	16,9
27. „	Morgen	1 13	18,1	17,0
„ „	Abend	1 49	17,5	18,0
2. Juni . .	Mittag	1 26	26,9	21,5

8. Juni . .	Morgen	— 0′ 58″	23,5° C.	24,0° C.
„ „	Mittag	1 9	24,8	25,5
9. „	Mittag	1 4	26,2	25,1
16. „	Morgen	0 56	24,7	24,4
1. Juli . .	Mittag	0 58	26,7	24,4
10. „	Mittag	0 53	22,9	23,5
29. „	Morgen	1 24	18,3	21,0
„ „	Mittag	0 59	21,6	22,4
14. August .	Morgen	1 16	23,2	22,0
20. „	Morgen	1 10	24,0	22,5

Positive Fehler.

Tag.	Tageszeit.	Fehler.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
5. April . .	Morgen	+ 0′ 51″	20,0° C.	15,6° C.
15. „	Morgen	1 0	17,7	17,5
„ „	Mittag	1 1	18,7	17,5
„ „	Abend	1 2	18,1	16,9
27. „	Morgen	1 24	15,0	12,5
6. Mai . .	Mittag	2 41	14,4	14,0
„ „	Abend	1 22	15,6	14,4
7. „	Morgen	2 16	16,2	14,0
„ „	Mittag	2 15	17,5	15,0
„ „	Abend	2 28	16,2	14,0
8. „	Morgen	3 35	17,5	15,0
„ „	Mittag	1 35	18,7	16,9
„ „	Abend	1 35	18,5	15,9
21. „	Mittag	0 57	21,9	17,8
28. „	Morgen	0 57	17,5	15,6
„ „	Mittag	0 58	18,1	15,7
29. „	Abend	0 54	19,3	18,1
1. Juni . .	Abend	2 5	25,1	20,4
11. „	Morgen	1 24	25,3	22,3
15. „	Abend	1 2	26,2	25,4
3. Juli . .	Mittag	1 0	23,7	22,7
„ „	Abend	1 20	24,4	21,2
8. „	Abend	1 0	23,4	22,0
28. „	Mittag	2 27	18,6	10,0
10. August .	Abend	1 32	23,5	22,0

11. August .	Morgen	+ 1′	14″	23,6° C.	21,0° C.
„ „	Mittag	2	20	24,1	23,2
„ „	Abend	1	45	24,2	22,2
12. „	Mittag	1	24	25,2	22,0
14. „	Mittag	1	20	27,2	22,0
15. „	Abend	1	46	26,2	21,2
18. „	Mittag	0	56	24,8	22,7
„ „	Abend	1	51	25,7	22,3
22. „	Morgen	1	24	24,7	22,8
„ „	Mittag	2	12	24,7	21,5
30. „	Mittag	1	56	28,0	26,5
30. September	Abend	0	59	20,7	20,0
1. October .	Abend	1	7	23,5	20,5

In den chinesischen und ostindischen Meeren 1816 und 1817 vom Kapitän Basil Hall beobachtete Fehler.

Negative Fehler.

Tag.			Fehler.		Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
1816	29.	Juli . .	— 1′	3″	27,2° C.	28,9° C.
„	6.	August	1	29	26,1	26,7
„		„	1	1	28,6	27,5
„		„	1	9	26,7	27,8
„	8.	„	1	57	20,8	25,5
„	10.	„	2	58	23,9	25,0
„		„	2	16	28,9	28,3
„	11.	„	1	13	24,4	26,1
„		„	1	23	26,1	26,7
„	14.	„	1	0	26,1	25,5
„	15.	„	1	9	26,1	26,7
„		„	1	34	26,1	27,8
„	17.	„	1	8	26,4	26,7
„		„	1	12	27,8	27,5
„	21.	„	0	52	21,7	25,0
1817	5.	März . .	1	3	29,4	28,3
„	8.	„	1	12	28,0	28,9

Positive Fehler.

Tag.		Fehler.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.
1817.	27. Juli . .	+ 0′ 54″	15,0° C.	13,3° C.
„	„	1 2	15,0	13,3
„	28. „	0 55	17,8	15,0

Diese beiden neuen Beobachtungsreihen bestätigen alles, was ich aus der ersten hergeleitet habe. Sie beweisen, daß die Kenntniß des thermometrischen Zustandes der Luft und des Wassers, was man auch dafür gesagt haben mag, nicht ausreicht, um vorhersagen zu können, in welchem Sinne die berechnete Depression fehlerhaft ist, und daß das einzige Mittel, zu einer Genauigkeit von einigen Secunden zu gelangen, darin besteht, die Sterne auf zwei diametral entgegengesetzte Punkte des Horizontes zu beziehen. Diese Methode setzt allerdings voraus, daß die atmosphärischen Umstände rings um den Beobachter genau dieselben sind; aber ich muß bemerken, daß ich weder in den Tabellen des Kapitän Gauttier, noch in denen des Kapitän Hall irgend einen Grund zu der Besorgniß gefunden habe, daß in genügender Entfernung von den Küsten diese Hypothese zu einem Irrthume führen könnte; selbst dann, wenn die beobachtete Depression sich um 2′ oder 3′ von der der Tafeln entfernte, blieb diese Differenz in allen Azimuten constant.

Ueber verschiedene optische Phänomene.

I.

Blaue Sonne.

Forster, welcher der gelehrten Welt durch verschiedene meteorologische Schriften bekannt ist, berichtet in dem Philosophical Magazine vom September 1821, daß am 18. August desselben Jahres zwischen 9 und 10 Uhr Morgens die Scheibe der Sonne eine azurblaue Farbe hatte, ähnlich derjenigen, welche die Atmosphäre an einem heiteren Tage reflectirt. Dies Gestirn war damals von leichten Wolken bedeckt. Die Bewohner des Kirchspiels Shoreditch, welche Forster zuerst auf dies Phänomen aufmerksam gemacht hatten, sagten ihm, daß am Morgen desselben Tages die Sonne, deren Licht um diese Zeit durch Wolken so stark geschwächt war, daß man sie mit bloßen Augen betrachten konnte, eine silberweiße Farbe hatte, welche der Farbe von gefirnißter Seide so ähnlich war, daß mehrere Personen dies Gestirn für einen Luftballon hielten. *)

Forster's Beobachtungen sind in der Grafschaft Essex gemacht worden. Im Octoberhefte der Annals of Philosophy 1821 finde ich, daß Howard, in der Grafschaft Sussex wohnend, jene Erscheinung gleichfalls und zwar an demselben Tage und zu derselben Stunde wahrgenommen hat. Nach Angabe dieses letztern Beobachters hatte die Sonne die Farbe des Uhrfederstahls; auch vergleicht er ihre Farbe mit der Flamme des Schwefels.

---

*) S. oben S. 565.

Das meteorologische Tagebuch der pariser Sternwarte enthält unter demselben Datum vom 18. August folgende Bemerkung:

„Heute, gegen 6 Uhr Abends, war die Sonne dermaßen durch dicke Dünste geschwächt, daß man sie, ohne irgend geblendet zu werden, mit bloßen Augen betrachten konnte. Ein besonderer Umstand dabei, den wir nicht unbemerkt lassen dürfen, war, daß das Licht des Gestirns die ganze Zeit hindurch vollkommen weiß blieb." (Humboldt und Arago.)

Es trifft sich oft, daß die Sonne durch davorstehende Wolken so geschwächt wird, daß man sie mit bloßen Augen betrachten kann; aber fast immer erscheint dann ihr Licht tief roth. Die Umstände, unter denen die Sonne durch dicke Nebel hindurch ihre weiße Farbe behält, sind seltener, und es verdient also Beachtung, daß dieselben genau an demselben Tage an so weit von einander entfernten Punkten, wie Paris und London eingetreten sind.

Obwohl es theoretisch nicht unmöglich ist, daß die eigenthümliche Constitution einer Wolke sie geeignet macht, vorzugsweise die blauen Strahlen durchzulassen, so würde es doch, bevor man bei dieser Ansicht zur Erklärung des von Forster und Howard beobachteten Phänomens stehen bleibt, zweckmäßig sein, zu untersuchen, ob die Farbe, welche die Sonne am 18. August 1821 jenen Beobachtern zu haben schien, nicht wie bei den farbigen Schatten, womit die Physiker sich so viel beschäftigt haben, eine bloße Wirkung des Contrastes war. Gesetzt z. B. es hätten durch Reflexion rothe Wolken in geringem Abstande von der Sonne sich befunden, so würde diese bloße Nachbarschaft offenbar hingereicht haben, dem Gestirne die complementäre Farbe zu ertheilen. Eine ausführlichere Beschreibung des Phänomens, als die bis jetzt uns zugekommene, würde übrigens allein über den Werth dieser Vermuthung Aufklärung zu geben vermögen.

II.

Atmosphärisches Phänomen.

Wenn die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne durch eine wenig über den Horizont erhabene, mit Lücken versehene Wolkenschicht hindurchdringen, so bemerkt man in der Atmosphäre helle und

dunkle Streifen, welche durch eine Wirkung der Perspective gegen den der Sonne diametral gegenüber liegenden Punkt, den man die Gegensonne (anti-Soleil) nennt, zu convergiren scheinen. Es wird wichtig sein, die Lichtstärken der aneinandergrenzenden hellen und dunklen Streifen zu bestimmen, ebenso wie es nützlich sein wird, das Licht dieser beiden Arten von Streifen in Bezug auf seine Polarisation mittelst des Polarimeters zu untersuchen; aus der Vergleichung solcher Beobachtungsdata werden sich interessante Resultate ergeben können. Bisweilen trifft es sich, daß man diese Streifen sehr deutlich nach dem Untergange der Sonne sieht; in diesem Falle, wird behauptet, sollen sie oft durch Bergspitzen erzeugt werden, welche die Strahlen der Sonne aufhalten; unter diesen Umständen wird es nicht weniger nothwendig sein, die beiden angezeigten Arten von Vergleichungen anzustellen.

III.

Ueber die eigenthümliche Anordnung, welche bisweilen das Licht in der Atmosphäre beim Auf- oder Untergange der Sonne annimmt.

Jeder hat die scheinbare Divergenz der von der Sonne ausgehenden Lichtstrahlen, wenn dies Gestirn durch Dünste oder Wolken bedeckt ist, wahrgenommen. Weniger oft hat man Gelegenheit zu beobachten, daß unter gewissen atmosphärischen Zuständen die Strahlen in ihrer Verlängerung nach der der Sonne diametral gegenüber liegenden Gegend des Himmels convergiren, so daß ihr Vereinigungspunkt um so viel unterhalb des Horizonts liegt, als die Sonne oberhalb desselben steht. Smith hat sich mit diesem Phänomen in seiner Optik beschäftigt und gibt eine sehr genügende Erklärung davon, die alle Physiker angenommen haben.

Brewster berichtet in dem Edinburgh Journal of Sciences, daß er ebenfalls diese scheinbare Convergenz der Sonnenstrahlen auf dem Wege von Melrose nach Edinburgh am 9. October 1824 beobachtet habe; die Beschreibung, welche er davon gibt, scheint mir sehr genau; doch täuscht sich meines Dafürhaltens dieser berühmte Physiker, wenn er hinzufügt: „Diese Erscheinung ist außerordentlich selten“. Für unsere Gegenden wenigstens ist diese Behauptung nicht richtig. Während

eines zweimonatlichen Aufenthaltes auf der kleinen Insel Formentera habe ich selbst einige zwanzig Male sowohl Morgens als Abends die erwähnte, von Smith zuerst erklärte Convergenz beobachtet.

IV.

Ungewöhnliche Regenbogen.

Am 22. Februar 1810 gegen 1^h 15^m Nachmittags habe ich die Breite des innern Regenbogens zu messen gesucht. Ich benutzte dazu das Fernrohr des Repetitionskreises, aus dem ich sowohl Objectiv als auch Ocular herausgenommen hatte, erhielt aber sehr abweichende Resultate, obgleich ich auf den Theil des Bogens, welcher dem Horizonte zunächst stand und folglich die lebhaftesten Farben zeigte, einstellte.

Die erste meiner Messungen gab	1° 53,5′
Die zweite	1 59
Die letzte	1 42

Bei der dritten Beobachtung waren die Farben bereits sehr geschwächt.

Bevor ich diese Messungen begann, zeigte der innere Regenbogen eine ungewöhnliche Gestalt; denn unmittelbar auf die Farben, aus denen er gewöhnlich besteht, folgten nach innen mehrere andere concentrische Bogen, deren auffallendste Farben blau, grün und purpur waren. Von außen angefangen, erschienen die Farben in folgender Reihenfolge:

roth gelb grün blau violet	gewöhnlicher innerer Bogen.
blau grün purpur	ungewöhnlicher Bogen.

Am 5. Juli 1828 hatte Brewster Gelegenheit, zwei gewöhnliche Regenbogen zu beobachten, die aber in allen ihren Theilen vollständiger und leuchtender waren, als man sie gemeiniglich sieht. Der äußere

Bogen bot einen eigenthümlichen Umstand dar: außerhalb desselben lag ein sehr deutlicher rother Bogen, der selbst von einem schwachen grünen Bogen eingehüllt war. Es war dies ein secundärer Bogen, ähnlich denjenigen, die man ziemlich oft im Innern des Hauptregenbogens wahrnimmt. Brewster hält es für nützlich zu untersuchen, ob die Theorie der inneren secundären Bogen, welche Dr. Young gegeben hat, sich auch auf jene von ihm vor Kurzem bemerkten äußern Bogen wird anwenden lassen; indeß ist diese Untersuchung schon von Young selbst ausgeführt worden.

In seiner Notiz gibt Brewster an, daß er sich von Neuem überzeugt habe, daß das Licht, woraus die beiden Hauptbogen bestehen, vollständig in Ebenen, welche durch ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt gehen, polarisirt ist. Nimmt man Descartes' Erklärung der beiden Bogen an, so ist die Polarisation ihres Lichtes eine Nothwendigkeit; denn dies Licht wird auf den Regentropfen unter wenig von dem Winkel der vollständigen Polarisation abweichenden Neigungen reflectirt. Diese Beobachtung kann als ein neuer Beweis für die Richtigkeit der erwähnten Theorie betrachtet werden. Brewster erwähnt, daß er diese Bemerkung vor 15 Jahren gemacht habe; es ist daher nöthig, daß ich meinerseits daran erinnere, daß Biot ihm zuvorgekommen ist, der diese Beobachtung am 11. März 1811 dem Institute mittheilte, worauf sie dann zwei oder drei Tage später im Moniteur veröffentlicht wurde.

Da sich die Gelegenheit darbietet, will ich hier anführen, daß das Licht der secundären Bogen ebenfalls vollständig polarisirt erscheint. Dieser Umstand läßt sich mit einer der Erklärungen, die man von diesen Bogen gegeben hat, nicht vereinigen.

Bisweilen zeigt der Regenbogen nur eine einzige Farbe; dies tritt ein, wenn die Sonne durch Wolken, Nebel oder Dünste gefärbt ist, welche ihre Strahlen durchdringen müssen, bevor sie auf die Regentropfen fallen. Ich habe oft solche Fälle gesehen. Delisle gibt gleichfalls an, diese Erscheinung beobachtet zu haben.

V.

Höfe um Sonne und Mond.

Bekanntlich versteht man unter Höfen solche Erscheinungen, welche in Gestalt von hellen Ringen oder Kreisen, die oft auch mit verschiedenen Farben glänzen, die Sonne, den Mond und die Sterne umgeben. Wenn man ein oder mehrere Bilder der Sonne bemerkt, so hat man Nebensonnen; dagegen Nebenmonde, wenn man ein oder mehrere Bilder des Mondes sieht. Diese Phänomene sind Gegenstand der Beobachtungen seitens vieler berühmter Physiker gewesen; ihre Ursache ist bekannt; indeß bieten sie noch mehrere unerklärte Umstände dar, die zu einer neuen Prüfung auffordern; man wird dieselbe nur mit Erfolg durchführen können, wenn zahlreiche sehr genaue Beobachtungen und Messungen vorliegen.

— Am 26. October 1720 beobachtete Halley um die Sonne einen leuchtenden Kreis, dessen Durchmesser, wie gewöhnlich, 46° betrug. Der Kreis zeigte jedoch nur schwach die Farben des Regenbogens. (Phil. Transact. 1720, Bd. 31, S. 211.)

— William Whiston beobachtete am 21. und 22. October 1721 einen Hof um die Sonne, dessen verticaler Halbmesser $23^1/_3$° betrug; zwei Nebensonnen standen auf dem Umfange des Hofes an den Enden des horizontalen Durchmessers; und endlich sah man einen Regenbogen, dessen convexe Seite gegen den Horizont gerichtet war, wobei das Roth auf der convexen und das Blau auf der concaven Seite des Bogens lag.

Alles Vorstehende bezieht sich auf die Beobachtung vom 21. October; am 22. zeigten sich dieselben Phänomene wieder, jedoch mit wichtigen Modificationen: erstens war der Hof merklich oval; die kürzeste Axe lag horizontal; dann, und dies verdient Beachtung, standen die Nebensonnen nicht mehr auf dem Umfange des Hofes, sondern einen oder zwei Grade außerhalb. (Phil. Transact. 1721, Bd. 31, S. 212.)

— George Whiston sah am 1. März $172^6/_7$ einen Hof um die Sonne nebst zwei merklich außerhalb des Hofes stehenden Nebensonnen. (Phil. Transact. 1727, Bd. 34, S. 257.)

— Am 20. Mai 1737, 10¾ Uhr Morgens, beobachtete Barker einen merkwürdigen Hof um die Sonne, der 2½ Stunden lang sichtbar blieb. Der verticale Durchmesser, der einzige, der gemessen wurde, betrug 45°. Ein elliptischer Hof, der den ersten in dem höchsten und tiefsten Punkte berührte, trennte sich dann von ihm, so daß die horizontalen Durchmesser beider um 4° von einander abwichen. Ihre Farben waren übrigens völlig gleich. Die Atmosphäre war rein und warm. (Phil. Transact. 1761, S. 3.)

— William Burney hat die horizontalen Durchmesser von fünf Höfen um Sonne oder Mond gemessen; drei unter ihnen schienen ihm 44°, und die beiden andern 45° zu haben. Die verticalen Durchmesser hielt er für etwas größer. Auf diese Erscheinungen folgte stets Regen. (Diese Beobachtungen sind im September 1818 gemacht worden. Ann. of Philos., November 1818, S. 368.)

— In der Nacht vom 16. März 1821 hat mein berühmter Freund A. v. Humboldt zwischen 13^h und $13^h\ 30^m$ einen Hof um den Mond gesehen, der bei der Messung mit einem achtzölligen Sextanten nach einem Mittel aus fünf Beobachtungen einen Durchmesser von 45° 19′ hatte, während der Halbmesser des Mondes 15′ betrug. Innerlich war der Hof nicht gut begrenzt.

— Am 29. März 1822 zeigte sich um $9^h\ 12^m$ Sternzeit ein Hof um den Mond. α im Orion stand auf dem innern Umfange des Ringes; doch darf man vielleicht auch annehmen, daß er 2 oder 3 Minuten innerhalb stand. Procyon erschien in dem Weißen in einigem Abstande von dem äußern Lichte.

— Am 9. Mai 1822 sah Scoresby einen Hof von ungefähr 23° um die Sonne; an den beiden Endpunkten des horizontalen Durchmessers standen auf dem äußern Rande des Hofes zwei in verticaler Richtung verlängerte Nebensonnen.

Wolken, aus denen Schnee herabfiel, wurden vom Winde hin und her gejagt. Wenn der Schnee in der Richtung des Hofes fiel, wurden seine Farben sehr lebhaft.

— Am 8. Juli 1825 haben Coldstream und Foggo in Leith in Schottland ein leuchtendes Phänomen von eigenthümlicher Gestalt um die Sonne gesehen; man könnte es einen doppelten Hof nennen. Es

bestand aus einem Kreise mit einem Durchmesser von ungefähr 45°
und aus einer Ellipse, welche diesen Kreis an den beiden Endpunkten
seines verticalen Durchmessers berührte. Die große Axe der Ellipse betrug ungefähr 56°, und in dieser Richtung waren also die beiden leuchtenden krummen Linien sehr merklich von einander getrennt; an ihren zwei Berührungspunkten war das Licht stärker als auf allen übrigen Stellen, und bot auch auf Augenblicke das Aussehen einer Nebensonne dar. (Edinburgh Philosophical Journal, October 1825, S. 360.)

Schon am 17. Februar 1825 hatten dieselben Beobachter einen doppelten Hof bemerkt. Der Mittelpunkt des zweiten lag mehrere Grade höher, während der Durchmesser nur sehr wenig kleiner erschien. Der zweite Bogen schnitt also den ersten in zwei Punkten, jedoch ohne sich in das Innere des kreisförmigen Raumes, den letzterer umschloß, fortzusetzen.

— Einige Höfe erscheinen elliptisch: sind sie es in Wirklichkeit oder ist dies blos eine Täuschung? Meines Erachtens ist die Elliptizität bisweilen viel zu ausgeprägt gewesen, als daß man sich darin hätte irren können. Da es jedoch noch Physiker gibt, welche behaupten, daß die Höfe stets kreisförmig sind, so erlaube ich mir die Beobachter aufzufordern, auf diesen Umstand des Phänomens ihre ganze Aufmerksamkeit zu richten.

Die beiden Physiker in Leith haben am 29. October 1825 einen Hof um den Mond von 90° Durchmesser, und am 8. November einen Hof um die Sonne ohne merkbare Farben von 44° Durchmesser gesehen. Foggo und Coldstream würden das Interesse an ihren Beobachtungen sehr vermehrt haben, wenn sie unter Angabe des zur Bestimmung der Durchmesser der Höfe angewandten Verfahrens zugleich den Grad von Genauigkeit, den sie von demselben erwarten zu dürfen glauben, angegeben hätten.

— Die gewöhnlichen Höfe bilden sich in der Atmosphäre zu häufig, als daß eine Aufzählung der in Paris beobachteten hier Nutzen haben könnte, wozu noch kommt, daß die Umstände ihrer Bildung im Allgemeinen bekannt und erklärt sind. Sehr genaue Messungen der verschiedenen Durchmesser allein können dem Physiker jetzt einiges Interesse gewähren, wenigstens wenn die Erscheinung sich nicht durch eine

ungewöhnliche Form oder durch außerordentliche Lichtstärke auszeichnet. Von diesem letzten Gesichtspunkte aus will ich eine von Eduard de St. Cricq in Creil (Depart. der Oise) gemachte Beobachtung mittheilen. Am 20. October 1825 gegen 11½ Uhr Abends war die Lichtintensität eines Hofes um den Mond stark genug, um die prismatischen Farben unterscheiden und die Ordnung, in welcher sie einander folgten, aufzeichnen zu können; und doch war der Himmel sehr bestirnt.

— Als am 21. Juli 1826 Peytier sich auf der geodätischen Station des Pic du Midi in der Grafschaft Bigorre in 2877 Meter Höhe über der Meeresfläche befand, sah er zwei Höfe um die Sonne. Durch Messung ihrer Radien mittelst eines Theodolits fand Peytier

für den kleineren . . . . . 21° 52′
für den größeren . . . . . 45° 27′.

Der kleinere Kreis war vollständig vorhanden; von dem größern sah man nur den untern Theil.

— In den Instructionen für die Reise der Bonite*) fordert die Akademie die Officiere dieser Expedition auf, sich mittelst der sehr genauen Instrumente, die ihnen übergeben worden, die Gewißheit zu verschaffen, ob die Höfe, welche sie zu beobachten Gelegenheit haben würden, stets in aller Strenge kreisförmig wären, und ob die Sonne genau den Mittelpunkt der Curve einnähme. Man hat nämlich behauptet, daß dies nicht immer der Fall sei; da man aber bei derartigen Beobachtungen mit bloßen Augen gar sehr Täuschungen ausgesetzt ist, so bedürfen die angeführten Thatsachen einer Prüfung unter solchen Umständen, welche alle Quellen von Täuschungen ausschließen.

Die Zöglinge des physikalischen Cursus in dem Collége zu Cahours hatten von diesem Theile der Instructionen der Akademie Kenntniß erhalten und versuchten daher, als an ihrem Wohnorte am 26. März 1836 und die beiden folgenden Tage ein Hof erschien, die Form des innern Ringes zu bestimmen. Aus Mangel eines guten

*) 9. Bd. der sämmtl. Werke S. 35.

Instrumentes konnten sie zwar den verticalen und den horizontalen Durchmesser desselben nicht mit Genauigkeit messen, doch stimmten alle in der Ansicht überein, daß die Form durchaus nicht elliptisch, daß sie vielmehr vollkommen kreisförmig war.

— Pentland hat in der Nähe vom Cap Horn mehrere Höfe um den Mond beobachtet; die von ihm mit dem Sextanten ausgeführten Messungen lieferten den Beweis, daß sie kreisförmig waren, selbst wenn man sie mit bloßen Augen für stark elliptisch hielt. Der größte seiner gemessenen Werthe steigt auf 46°, der kleinste beträgt 44,28°. Pentland schiebt die Abweichung zwischen diesen Messungen auf die geringe Schärfe des innern Umfanges des Hofes.

— Ein in Paris am 2. April 1838 beobachteter Hof um die Sonne hatte nach einem Mittel aus sieben Messungen einen verticalen Durchmesser von 43° 0′; der innere horizontale Durchmesser wurde durch drei Messungen zu 44° 3′ gefunden. Die Dicke der Anschwellung, welche auf jeder Seite des Hofes durch zwei sichelförmige Stücke gebildet wurde, die sich mit ihren Spitzen an den beiden Endpunkten des verticalen Durchmessers vereinigten, betrug auf dem horizontalen Durchmesser 3,1°.

— Am 26. Februar 1839 war der Mond in Paris, Chartres und Marmande von einem Hofe umgeben. Sonach waren also die besondern Zustände in der Atmosphäre, welche die Entstehung dieses Phänomens erfordert, in einem ausgedehnten Landstriche vorhanden.

Zu Chartres erschien Chasles der Hof merklich elliptisch; indeß liegt keine Messung vor, daß diese Ellipticität wirklich vorhanden und nicht blos das Resultat einer Täuschung war.

Zu Marmande schien der Mond auf dem verticalen Durchmesser des Hofes ebenfalls in einem oberhalb der Mitte dieses Durchmessers gelegenen Punkte zu stehen; indeß fand der Brücken- und Wegebauingenieur Baumgarten mittelst eines Theodolits für den Abstand des Mondes von der im Vertical des Gestirns und oberhalb desselben gelegenen rothen Grenze des innern Kreises des Hofes 21° 33′, 21° 20′, und für den Abstand desselben Mittelpunktes vom untern rothen Ende desselben verticalen Durchmessers 21° 39′, 21° 30′, 21° 35′. Die elliptische Form war also nur eine scheinbare.

Der in Marmande sichtbare Hof war an seiner äußern violetten Grenze nicht scharf genug, um seine ganze Breite mit großer Genauigkeit messen zu können. Bei Baumgarten's Beobachtungen fielen alle gemessenen Winkelabstände des Roth vom Violet zwischen 2° 10′ und 3° 7′. Das Thermometer zeigte + 8° C.; es war 8 Uhr Abends, als dieser junge Ingenieur das Phänomen maß.

— Am 3. März 1839 hat Mauvais auf der pariser Sternwarte einen Hof um die Sonne beobachtet; er nahm ihn zuerst um 9½ Uhr Morgens wahr und verfolgte ihn dann bis zum Untergange der Sonne, da die Erscheinung im Laufe des Tages niemals ganz verschwand, sondern nur von einer Zeit zur andern starke Schwankungen in ihrer Intensität zeigte; sie bestand blos aus dem Hauptkreise. Mauvais hat wiederholt den Abstand des Sonnenmittelpunkts vom innern Rande des Hofes (der die Regenbogenfarben, wenn auch nur schwach, zeigte) gemessen und für den verticalen obern Halbmesser erhalten: 21,9°, 21,5°, 21,2°, 21,4° und 21,6°.

Mauvais hat sich nicht Gewißheit darüber verschaffen können, ob der Hof vollkommen kreisförmig oder elliptisch war; denn während ziemlich langer Zeit war er nur in seinem obern Theile in einer noch nicht 180° erreichenden Ausdehnung sichtbar und blos in der Gegend seines Gipfels gut begrenzt. Nach Links hin wurde er allmälich schwächer, während er dagegen auf der rechten Seite plötzlich aufhörte.

Zu den andern Zeiten des Tages, z. B. um $11^h\ 45^m$, wo der ganze Kreis vorhanden war, erschien der untere, wenngleich für das Auge leicht erkennbare Theil doch nicht deutlich genug begrenzt, um mit Genauigkeit seinen Abstand vom Mittelpunkte der Sonne messen zu können. Um 5 Uhr Abends, kurze Zeit vor dem Untergange der Sonne, war der Hof selbst durch die leichten Wolken, welche diesen Theil des Himmels verschleierten, zu sehen. Mauvais ist der Ansicht, daß das Meteor, selbst in seinem obern Theile, allmälich abnahm und vollständig in dem Augenblicke verschwand, wo die Sonne den Horizont erreichte.

— Am 2. Juni 1839 fand Quetelet in Brüssel nach einem Mittel aus mehreren Messungen 22° 27′ für den Halbmesser eines Hofes. Um Mittag, zur Zeit der Beobachtung, zeigte das Thermo-

meter im Freien + 16,8° C., das Saussure'sche Hygrometer 70° und das Barometer 756,3 mm.

— Ein sehr schöner Hof zeigte sich in den Morgenstunden des 22. April 1846 zu Paris um die Sonne; er wurde von Bravais sorgfältig beobachtet.

Die Erscheinung bestand 1) aus einem gewöhnlichen Hofe (22° Halbmesser) von bleichem Lichte; der Halbmesser dieses Kreises vom Mittelpunkte der Sonne bis zum innern Rande des hellen Ringes ergab sich nach einem Mittel aus zwei mit einem Sextanten gemachten Messungen zu 21° 46′; 2) aus zwei sehr leuchtenden Bogen, welche den gewöhnlichen Hof, der eine in seinem obern, der andere in seinem untern Culminationspunkte berührten.

Die in diesen leuchtenden Bogen wahrgenommenen Farben waren von innen nach außen: Roth (mit einer sehr hervortretenden rothgelben Nuance), Gelb, Grün, ein sehr schwaches und schwer zu unterscheidendes Blau und endlich Weiß ohne angebbare äußere Grenze. Der obere tangirende Bogen trennte sich, in einem gewissen Abstande jederseits vom Berührungspunkte, von dem gewöhnlichen Bogen; seine beiden Zweige wandten sich dann nach dem Horizonte und vereinigten sich mit den entsprechenden Zweigen des untern Bogens, so daß beide berührende Bogen zusammen eine um den gewöhnlichen Hof beschriebene Ellipse darstellten, deren kleine Axe vertical, und deren große Axe, so viel sich beurtheilen ließ, horizontal lag. Durch eine Messung mittelst des Sextanten auf dem östlichen und eine zweite Messung auf dem westlichen Halbmesser fand Bravais für diese halbe große Axe, vom Mittelpunkt der Sonne bis zu dem innern Rande der Ellipse gerechnet, einen Winkel von 27° 16′.

Die sichelförmigen Räume zwischen dem gewöhnlichen und dem umschriebenen elliptischen Hofe wurden von einem weißlichen Lichte eingenommen, das jedoch minder lebhaft war, als das Licht der sie umfassenden Bogen.

Der Theil des obern berührenden Bogens, der mit dem gewöhnlichen Hofe verschmolzen schien, umspannte einen Winkel um den Mittelpunkt der Sonne, der auf 70° geschätzt wurde, 35° rechts und 35° links vom Culminationspunkte. Beim untern Bogen erstreckte sich die

scheinbare Berührung etwas weniger weit; Bravais schätzte sie nur gleich 60°. An den Punkten, wo die berührenden Bogen von dem gewöhnlichen Bogen sich merklich zu trennen begannen und die Gabelungen deutlich hervortraten, waren die oben angeführten schönen Farben durch viel schwächeres weißes Licht ersetzt, so daß für einen wenig aufmerksamen Beobachter das Meteor sich auf zwei horizontale Bogen, von denen der eine oberhalb, und der andere unterhalb der Sonne lag, reducirte.

Die oben angeführte Messung von 27° 16′ war um 10^h 32^m Morgens, als die Sonne 49° 4′ über dem Horizonte stand, ausgeführt worden.

Es gelingt sehr gut, dies Phänomen zu erklären, wenn man annimmt, daß ein erheblicher Theil der zur Erzeugung des Hofes beitragenden Eisprismen mit seinen Axen horizontal lag. Die Prismen mit horizontaler Axe erzeugen dann die beobachteten berührenden Bogen, und man findet, daß diese Bogen sich in der Weise vereinigen mußten, daß die wahrgenommene Ellipse entstand. Bravais hat den theoretischen Werth des größten Radius der Ellipse berechnet und 27° 59′ erhalten. Der geringe Unterschied zwischen dem beobachteten Winkel von 27° 16′ und dem berechneten von 27° 59′ kann zum Theil von der Größe des Sonnenhalbmessers herrühren, der bei der Rechnung vernachlässigt wurde, zum Theil von der Dispersion des Lichtes, welche ebenfalls den innern Rand vom Orte des Maximums der Lichtintensität zu entfernen strebt, und zum Theil endlich von den Prismen, deren in dem Vertical der Sonne gelegene Axe anstatt in aller Strenge horizontal zu liegen, sich auf der von der Sonne entfernteren Seite etwas erhebt. Das Resultat der Beobachtung erscheint also vollkommen mit der Theorie der berührenden Bogen, wie sie Thomas Young aufgestellt, und später Brandes und Galle entwickelt haben, in Uebereinstimmung. Der Grund, auf welchem sich der Hof bildete, war ein weißlicher Dunst, der bisweilen kaum merklich wurde, ohne daß die Farben ihre Lebhaftigkeit zu verlieren schienen. Bravais' Beobachtungen sind im Collége de France in Gegenwart von Quetelet, Regnault und Izarn gemacht worden.

— Am 19. April 1849 hat Plantamour in Genf von 3^h 5^m bis

3^h 30^m einen Hof um die Sonne beobachtet. Um 3^h 15^m stand die Sonne in 38,3° Höhe über dem Horizonte, und war von einem dem gewöhnlichen Hofe entsprechenden Ringe mit sehr lebhaften Farben umgeben. Der Halbmesser dieses Kreises, vom Mittelpunkte der Sonne bis zur Mitte des Ringes, betrug nach den Messungen von Bruderer 22,4°. Auf den Seiten bemerkte man zwei Segmente eines zweiten concentrischen, viel weniger glänzenden Hofes, dessen Radius fast doppelt so groß als der des ersten war. An dem obern und untern Theile des zweiten Hofes sah man zwei berührende farbige Bogen, die in den Berührungspunkten sehr glänzend waren und spitz endigten. Der Kreis, auf welchem die Nebensonnen erscheinen, war glänzend weiß und rings um den Horizont, mit Ausnahme in der unmittelbaren Nähe der Sonne, sehr deutlich zu sehen. Auf diesem Kreise standen vier Nebensonnen, von denen zwei weiß und zwei gefärbt waren. In diesen letzteren herrschte fast ausschließlich roth; eine schwach bläuliche Färbung war in dem der Sonne abgewandten Theile merklich. Ihre Lage wurde durch Bruderer mittelst eines Azimutalkreises bestimmt; er fand den Unterschied im Azimut gegen die Sonne für die rothen Nebensonnen 31,7° und für die weißen 121,4°.

— In der Nacht vom 3. zum 4. Mai 1849 sah man gegen 1 Uhr Morgens um den Mond einen schlecht begrenzten Hof und zwei auf dem Hofe liegende Nebenmonde. Der eine derselben, nämlich der rechte, zeigte auf der dem Monde zugewandten Seite eine stark hervortretende röthliche Färbung, und war auf der entgegengesetzten Seite mit einem weißen horizontalen Schweife von einigen Graden Länge versehen. Ein 46° oberhalb des Mondes gelegener glänzender Bogen umgab das Zenith in einer Azimutalerstreckung von ungefähr 100°; seine Farben waren sehr deutlich; das Roth lag auf der convexen Seite, d. h. nach dem Monde hin. Den Abstand des rothen Ringes vom Mittelpunkte des Mondes fand Bouvard um 1^h 0^m durch ein Paar gekreuzte (croisées) Beobachtungen mit dem Borda'schen Kreise zu 45° 17'. Diese doppelte Beobachtung wurde um 1^h 10^m wiederholt, indem man nach dem grünlich gelben Ringe, und zwar stets nach dem Punkte dieses Ringes, welcher dem rothen zunächst lag, visirte; es wurde als Abstand 45° 53' erhalten. An demselben Tage

erschien um Mittag die Sonne von einem schönen Hofe umgeben, dessen Farben in seinem obersten Theile besonders glänzend waren. Der Abstand des Mittelpunkts der Sonne von dem orangerothen Ringe wurde auf einem horizontalen Radius zu 21° 49′ gefunden. Um 4^h 40^m Nachmittags, als der Hof sehr schwach geworden war, sah Bravais während einiger Minuten eben jenen das Zenith umgebenden Bogen, der sich in der vorhergehenden Nacht über dem Monde gezeigt hatte; doch war er weniger deutlich und konnte deshalb sein Abstand von der Sonne nicht gemessen werden. Während dieser ganzen Zeit war der Himmel mit leichten Wolken bedeckt und dunstig. Bekanntlich zeigt sich der Bogen um das Zenith in unsern Klimaten nur sehr selten, und wir besitzen nur eine sehr geringe Zahl von genauen Messungen dieses interessanten Phänomens.

— Der gewöhnliche Hof von 22° Halbmesser zeigt sich sowohl um die Sonne, als auch um den Mond sehr oft in Europa, nämlich jedes Mal, sobald die Wolke, durch welche er entsteht, ein sehr wenig dichter und ziemlich regelmäßiger Cirrostratus ist. Dagegen sind die andern Kreise in unseren gemäßigten Gegenden sehr selten; diese Bemerkung gibt den Beobachtungen mehrerer derartiger Erscheinungen, welche im Februar und April 1850 von Renou zu Vendôme gemacht wurden, einen gewissen Werth.

Am 20. Februar 11 Uhr Morgens sah Renou bei einer Temperatur von 7,8°, bei schwachem Südostwinde und einem aus westnordwestlicher Richtung kommenden dünnen und gleichförmigen Cirrostratus einen vollständigen Hof mit einer äußerst glänzenden Ausschweifung (échancrure) am obern Theile, und eine mit lebhaften prismatischen Farben glänzende Nebensonne zur Rechten. Um 11^h 30^m waren zwei Nebensonnen vorhanden; von dem obern Theile des Hofes gingen zwei weiße symmetrische Bogen von 35° bis 40° nach außen; sie schienen zwei dem gewöhnlichen Hofe gleichen Kreisen anzugehören, deren Mittelpunkte einige Grade rechts und links von dem seinigen gelegen haben würden; sie verschwanden vor 12^h, während man mit Unterbrechungen die eine oder die andere Nebensonne bis 3^h sah.

Am 24. beobachtete Renou von 4^h Morgens bis zum Untergange des Mondes einen vollständigen Hof nebst zwei glänzenden Neben-

monden mit langen horizontalen Verlängerungen; der Hof trug oben eine sehr glänzende Ausschweifung, die wahrscheinlich der am 20. Februar gesehenen analog war. Merkwürdiger aber war ein gerades Kreuz mit vier gleichen Armen von 6° oder 7° Länge, dessen Mittelpunkt mit dem des Mondes zusammenfiel; die Breite dieser Streifen, welche der des Mondes gleichkam, nahm an den Enden etwas ab; das Licht dieses Kreuzes war schwächer als das des Hofes. Um 10ʰ Morgens erschienen zwei glänzende deutliche Nebensonnen mit weißen Schweifen von mehreren Graden Länge; man sah keine Spur von einem Hofe, auch nicht von Cirrus; der Himmel war prachtvoll, die Temperatur 7°, und der Wind wehte schwach aus Ostnordost; während des ganzen übrigen Theiles des Tages war der Himmel merkwürdig rein; die Nebensonnen dauerten nur kurze Zeit.

Am 1. April Mittags beobachtete Renou bei einer Temperatur von 16,7° durch einen aus Westen kommenden Cirrostratus wieder den gewöhnlichen Hof mit zwei äußern Bogen, rechts von 60° und links von 85° Länge; sie waren weiß, sehr glänzend und entfernten sich um ungefähr 4° nach rechts und links von dem gewöhnlichen Hofe. Im Innern sah man keine Spur davon; oben, wo die drei Kreise zusammentrafen, sah man keine Ausschweifung, wie am 20. Februar, obwohl es offenbar dasselbe Phänomen war; das Licht war aber daselbst weiß und äußerst lebhaft; um 2ʰ wiederholten sich dieselben Erscheinungen nochmals; diesmal war aber der rechte Bogen der längste.

— Bravais verdanken wir eine sehr beachtenswerthe Analyse aller eigenthümlichen Erscheinungen, welche das Licht bei seinem Durchgange durch die in der Atmosphäre schwebenden Eiskrystalle erzeugen kann; er hat ferner durch rasche Bewegung eines nach den Gestalten eines Eiskrystalles geschnittenen Krystalles aus Glas eine große Zahl der in der Atmosphäre entstehenden optischen Erscheinungen hervorzurufen vermocht. Babinet hatte seinerseits schon gezeigt, daß viele passend geschnittene krystallisirte Körper ähnliche Kreise wie die Höfe erzeugen. Es ist dies ein Fortschritt der Wissenschaft, der Niemanden entgehen wird. Doch bleibt noch zu untersuchen, welches die Umstände sind, welche die atmosphärischen Schichten geeigneter machen können,

um die glänzenden Lichtphänomene, von denen wir so eben zahlreiche Beispiele gegeben haben, hervorzubringen.

VI.

Ueber die Anzahl der ursprünglichen Farben.

In den Philosophical Transactions von 1802 findet man eine Abhandlung, worin nach verschiedenen Beobachtungen über die Dispersion Wollaston sagt, daß die Farben, in welche ein weißer Lichtstrahl durch die Brechung zerlegbar ist, weder 7 sind, wie man sie gewöhnlich im Regenbogen sieht, noch auch durch irgend ein von ihm versuchtes Mittel sich auf 3 reduciren lassen, wie manche Physiker geglaubt haben. Wendet man ein sehr schmales Lichtbündel an, so sieht man 4 ursprüngliche Abtheilungen des Spectrums mit einer Deutlichkeit, die, wie Wollaston hinzufügt, bis jetzt weder beobachtet noch beschrieben worden ist.

Wenn ein Bündel von zerstreutem Tageslichte in ein dunkles Zimmer durch eine Spalte von 1 mm Breite eingeführt und von dem Auge in 3 bis 4 Meter Abstand durch ein dicht vor dasselbe gehaltenes sehr reines Prisma aus Flintglas aufgefangen wird, so erscheint das Spectrum nur in die folgenden vier Farben, roth, gelblich grün, blau und violet, nach den in Fig. 30 dargestellten Verhältnissen getrennt.

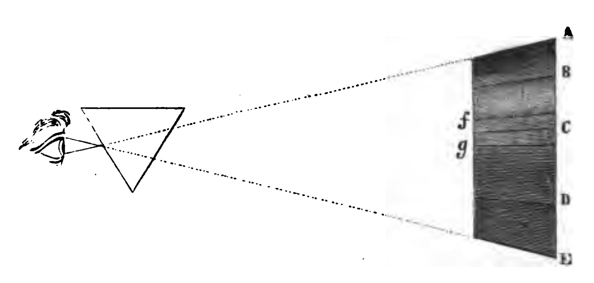


Fig. 30. Dispersion eines durch ein Flintglasprisma gebrochenen Lichtbündels.

Die Linie A, welche die rothe Seite des Spectrums begrenzt, ist etwas verwaschen; was davon herzurühren scheint, daß die Flüssigkeiten des

Auges das rothe Licht nicht stark genug brechen, um seine Convergenz auf der Netzhaut zu bewirken; die Linie B auf der Grenze des Rothen und Grünen ist in einer gewissen Stellung des Prismas sehr deutlich, und ein Gleiches gilt von den die Grenzen des Violet bildenden Linien D und E. Die auf der Grenze von Grün und Blau befindliche Linie C tritt nicht so gut hervor, als die zuvorgenannten; man sieht sogar zu beiden Seiten dieser Linie zwei andere getrennte schwarze Linien f und g, die bei einem mangelhaften Versuche für die Grenzen dieser Farben würden genommen werden können.

Die Lage des Bildes, wo die Ablenkung ein Minimum ist, ist diejenige, in welcher die Farben am deutlichsten getrennt sind; dann verhalten sich die Räume AB, BC, CD, DE fast wie die Zahlen 16, 23, 36, 25.

Hohle, mit farbloser concentrirter Salpetersäure, mit rectificirtem Terpentinöl, mit Sassafrasöl und recht weißem Canadabalsam gefüllte Prismen zeigen dieselbe Anordnung dieser vier Farben; bei denselben Lagen der Prismen stehen die von den Farben eingenommenen Räume in denselben Verhältnissen.

Wenn die Lage des Prismas in der Weise geändert wird, daß die Dispersion der Farben wächst, so ändern sich die zuvor angegebenen Verhältnisse gleichfalls, so daß die Räume AC und CE, welche früher sich wie 39 : 61 verhielten, nur noch in dem Verhältnisse von 42 : 58 stehen.

Wenn man eine sehr schmale blaue Linie des untern Theiles einer Kerzenflamme für sich durch ein Prisma untersucht, so erscheint das Spectrum nicht mehr aus nebeneinander liegenden verschiedenen Farben gebildet, sondern ist in fünf deutliche und von einander getrennte Bilder getheilt. Das erste, welches roth und breit ist, wird durch eine sehr helle gelbe Linie begrenzt; das zweite und dritte sind beide grün; das vierte und fünfte blau. Das letztere scheint der Abtheilung des Blau und Violet in dem Sonnenspectrum oder der Linie D der vorhergehenden Figur zu entsprechen.

Untersucht man das elektrische blaue Licht, so findet man es gleichfalls in verschiedene Bilder getrennt; doch ist das Spectrum etwas von

dem vorhergehenden verschieden, und zeigt Erscheinungen, die mit der Intensität des Lichtes variiren.

VII.

Bemerkungen über die Wirkungen, welche von der die Hornhaut benetzenden Feuchtigkeit auf die astronomischen Beobachtungen ausgeübt werden können.

Im Jahre 1817 hat Brewster eine Abhandlung veröffentlicht, deren Zweck ist, auf eine von der Bildung des Auges des Beobachters herrührende Fehlerquelle bei astronomischen und geodätischen Beobachtungen aufmerksam zu machen. „Jedes Mal, sagt er, wenn ein Gegenstand aus einer oder mehreren farbigen Linien oder Streifen besteht, werden dieselben deutlicher in der verticalen Lage gesehen, als in jeder andern... Um die Ursachen dieses merkwürdigen Factums aufzufinden, ließ ich das Licht einer Kerze von einem converen Spiegel reflectiren; das verwaschene Bild, welches sich in dem Auge bildete, war breit und kreisförmig; aber anstatt eine gleichförmige Intensität zu zeigen, war dasselbe von kleinen hellen Flecken bedeckt. Wenn ich mein Auge langsam schloß, so bewegten sich diese Flecken gegen den horizontalen Durchmesser des kreisförmigen Bildes hin und kehrten zu ihrer ursprünglichen Lage zurück, sobald sich die beiden Augenlider von Neuem trennten. Als ich diesen Versuch unter verschiedenen Umständen wiederholte, erkannte ich, daß die leuchtenden Flecken von einem Mangel an vollständiger Flüssigkeit in den Secretionen, welche die Hornhaut feucht halten, herrühren; daß diese feuchte Oberfläche niemals weder vollkommen sphärisch, noch polirt ist; daß sie unaufhörlich durch die Bewegung der Augenlider aus ihrer Lage gebracht wird, und daß die Flüssigkeit theils durch ihre eigene Schwere, theils durch eine Capillarattraction, welche gegen die durch die Augenlider und die Sclerotica gebildeten horizontalen Reservoire gerichtet ist, herabsinkt."

Am Schlusse seiner Abhandlung macht Brewster noch auf eine andere Fehlerquelle aufmerksam, welche, wie er sagt, „bei allen Beobachtungen vorkommen kann, wo man astronomische Fernröhre gebraucht, und die bis jetzt weder den Künstlern noch den Gelehrten be-

kannt gewesen ist.... Sie rührt von einer Krystallisation im Glase her, welche stets von Doppelbrechung und einer Dichtigkeitsänderung begleitet ist."

Zur Stütze dieser Erklärung führt Brewster eine ihm vom Kapitän Colby mitgetheilte Thatsache an, daß nämlich in dem Fernrohre des schönen, bei der großen englischen geodätischen Operation angewandten Theodolits, der Punkt, wo die Bilder die größte Schärfe besitzen, nicht im Centrum des Gesichtsfeldes liegt. Brewster ist der Ansicht, daß dies von der Krystallisation des Objectivs herrühren könne, und glaubt den Beweis dafür in der Thatsache zu finden, daß die Intensität des polarisirten Lichtes, welches durch das erwähnte Glas hindurchgeht, in dem einen Quadranten stärker ist, als in den drei übrigen. „Die Krystallisationsaxen, fügt er hinzu, sind alle gegen einen Punkt gerichtet, der nicht im Centrum liegt. Es hat aber an Gelegenheit gefehlt, zu ermitteln, ob dieser Punkt mit demjenigen zusammenfällt, wo die Bilder die größte Schärfe besitzen."

Die Wichtigkeit, welche einige Personen der Abhandlung von Brewster beigelegt haben, hat mich zum Niederschreiben der folgenden Bemerkungen veranlaßt.

Brewster's ganze Theorie ist auf die Annahme gegründet, daß horizontale Linien weniger deutlich erscheinen, als verticale. Wäre es aber, um dies als allgemeines Princip aufzustellen, nicht nöthig gewesen, von mehreren Individuen Versuche anstellen zu lassen? Die verschiedenen Theile, woraus das Auge besteht, zeigen in ihrer Form häufigere Unregelmäßigkeiten, als man gewöhnlich annimmt. John Stack berichtet uns z. B. (Abhandlungen der irischen Akademie für 1788, S. 28), daß ihm oft Personen vorgekommen sind, deren Sehen immer verwaschen war, wie auch die Brennweite der converen oder der concaven Linsen, deren sie sich bedienten, beschaffen sein mochte. Solche Gläser vermögen nun bekanntlich die Wirkungen einer zu starken oder zu schwachen Krümmung der Hüllen des Auges vollständig zu corrigiren. Wenn dies Mittel unzureichend ist, so muß die Form der Krystalllinse mehr oder weniger von der einer regelmäßigen Linse abweichen. Charles, Mitglied des Institutes, dem man sicherlich das Recht, über einen optischen Gegenstand ein Urtheil zu haben, nicht be-

streiten wird, vermuthet, daß die Krystalllinse eines seiner Augen zwei oder mehrere unterschiedene Brennpunkte hat, was darauf hinauskommt, daß die Oberflächen, welche sie begrenzen, discontinuirlich sind. Das zufällige Vorhandensein einiger verticalen Riefen in der Hornhaut oder Krystalllinse würde also Nichts darbieten, worüber man erstaunen müßte und nöthigenfalls die von Brewster berichtete Thatsache erklären, ohne daß man zu Fehlern, welche der Organisation des Auges inhäriren, seine Zuflucht zu nehmen hätte. Man kann es übrigens, wenn man diese Prüfung weiter treibt, seltsam finden, daß dieser Physiker den Vorgang der Beugung des Lichtes bei einer auf die Deutlichkeit des Sehens bezüglichen Frage zu Hülfe genommen hat, und bei einem von tausend fremdartigen Umständen complicirten Versuche stehen geblieben ist, während seine Hypothese ihm sehr einfache Mittel zur Hebung aller dieser Zweifel an die Hand gab. Es ist z. B. klar, daß, wenn verticale Linien, wie Brewster annimmt, schärfer erscheinen als horizontale, die letztern beim Entfernen von ihnen in geringerem Abstande sichtbar zu sein aufhören werden als die erstern, ebenso wie irgend eine gegebene Mire für ein kurzsichtiges Auge schneller verschwindet als für ein weitsichtiges. Bouvard, Mathieu und ich haben derartige Versuche ausgeführt, indem wir zwei Metalldrähte von gleichem Durchmesser (0,1^{mm}), die sich unter einem rechten Winkel kreuzten und auf den Himmel projicirten, anwandten. Bouvard erkannte in jedem Abstande beide Drähte gleich gut; ebenso verlor er sie auch in demselben Momente aus den Augen. Für Mathieu verschwand der verticale Draht früher als der andere, während ich selbst gerade das Umgekehrte beobachtete. Man sieht also, daß die von Brewster erwähnte Thatsache nicht so allgemein ist, als er annimmt; was die Folgerung nach sich zieht, daß die verticalen Streifen der Flüssigkeit, welche die Hornhaut befeuchtet, keine merkliche Ursache zur Zerstreuung des Lichtes sind. Uebrigens will ich hinzufügen, und dieser Umstand scheint mir die Frage zu entscheiden, daß, wenn ich in der Entfernung angelangt war, wo blos der verticale Faden noch sichtbar war, es genügte, den Kopf horizontal zu legen, um ihn verschwinden zu lassen, während dann der andere Faden hinreichend scharf erschien, obgleich die angeblichen Streifen Brewster's mit dem Bilde nicht mehr parallel waren.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, daß die Ursache, wie sie auch beschaffen sein möge, welche das Auge bei der Accommodation für das Sehen verschieden entfernter Objecte modificirt, nicht bei allen Individuen die sphärischen Abweichungen nach allen Richtungen gleich gut corrigirt, sobald man die Grenzen des deutlichen Sehens überschritten hat; man hat aber nicht das Recht, daraus zu schließen, daß innerhalb dieser Grenzen die Schärfe einer Linie von ihrer Lage abhänge; auch ist es uns unmöglich gewesen, sowohl mit bloßen Augen in einem Abstande von 8 Zollen, als auch mit einem in passender Stellung befindlichen Oculare den geringsten Unterschied zwischen dem verticalen und dem horizontalen Bilde der beiden Fäden eines unserer Mikrometer wahrzunehmen. Um in dieser Beziehung alle Zweifel zu beseitigen, könnte ich mich nöthigenfalls auf Beobachtungen beziehen, welche zeigen würden, daß die Unsicherheit der Messungen im horizontalen Sinne nicht größer ist als im verticalen, und daß folglich die von Brewster in seiner Abhandlung vorgeschlagenen Mittel zur Abhülfe gänzlich überflüssig sind. Unter Benutzung eines ausgezeichneten Rochon'schen Prismenmikrometers habe ich z. B. gefunden, daß es unter günstigen Umständen möglich ist, für zwei oder drei Zehntelsecunden bei der Beobachtung der Berührung zweier Bilder einzustehen, selbst wenn die Berührungslinie horizontal liegt. Hiernach werde ich Brewster die Sorge überlassen, uns zu erklären, wie er sich vorstellt, daß seine Entdeckung in der Kunst der Ornamentenmalerei und in der Decoration der Zimmer nützliche Verwendung finden werde.

Der zweite Theil der Abhandlung dürfte gleichfalls zu kritischen Bemerkungen Veranlassung geben. Zunächst täuscht sich Brewster, wenn er angibt, daß vor ihm Niemand im Glase jene Structur, die ihm eine gewöhnliche Fehlerquelle für alle mit achromatischen Objectiven ausgeführten Messungen zu sein scheint, beobachtet habe. Die von Farbenerscheinungen begleiteten Depolarisationsphänomene, welche gewisse Flintglasmassen zeigen, waren bereits in den Memoiren des Instituts für 1811 *) beschrieben worden. Brewster gibt allerdings an, daß das Glas in den Fällen, wo es wie ein Krystall wirkt, Doppel-

*) S. Bd. 10 der sämmtl. Werke S. 52.

brechung besitzt, während in jener Abhandlung die entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen wird. Dieser Widerspruch wird aber weniger anstößig erscheinen, wenn man bemerkt, daß Brewster durch eine Menge von Körpern, denen er neuerdings Doppelbrechung zuschreibt, niemals ein Doppelbild gesehen hat, und das Vorhandensein dieser Eigenschaft nur aus rein theoretischen Betrachtungen erschließt. Ich weiß nicht, ob genaue Versuche ihm die Aenderung der Dichtigkeit, welche er angibt, gezeigt haben. Ich meinerseits habe mich durch directe Messungen überzeugt, daß das Glas in der Weise modificirt werden kann, daß es durch Depolarisation verschiedene Farben gibt, ohne daß seine Brechung dadurch merklich geändert wird.

Hiernach ist es kaum nöthig, uns mit dem Factum zu beschäftigen, womit die Abhandlung schließt, weil selbst nach dem Eingeständnisse des Verfassers Nichts beweist, daß der Punkt, gegen welchen die Depolarisationsaxen des Objectivs convergiren, irgend einen Zusammenhang mit der Gegend hat, wo das Sehen am deutlichsten ist, und wofür außerdem ein Mangel in der Centrirung eine ganz natürliche Erklärung liefern würde.

VIII.

Ueber die Wichtigkeit eines zur Messung der optischen Eigenschaften der Körper geeigneten Instrumentes.

Die optischen Eigenschaften der Körper verdienen von den Chemikern und Mineralogen mehr studirt zu werden, als bis jetzt geschieht; daher ist ein von Babinet zur Messung der Winkel und zur Bestimmung der Brechungsexponenten erfundenes einfaches Instrument ihrer Beachtung sehr zu empfehlen. Es ist ein Reflexionsgoniometer, wie die von Malus und von Wollaston construirten. Das Einstellen geschieht aber auf eine andere Weise, und erfordert keine entfernte Mire und keine bestimmte Lage des Instrumentes. Die Mire besteht nämlich aus Kreuzfäden, welche im Brennpunkte einer Linse aufgestellt sind. Die Strahlen, mittelst welcher diese Fäden gesehen werden, treten aus der Linse parallel aus, als ob sie aus unendlicher Entfernung kommen, und fallen dann auf das Prisma, dessen Winkel oder Ablenkung man kennen

lernen will. Fäden und Linse sitzen am Instrumente fest, das auf diese Weise seine Mire in allen Stellungen mit sich trägt und zu operiren gestattet, ohne daß man nöthig hat, es auf einen Fuß zu stellen. Ein auf einem getheilten Kreise bewegliches Fernrohr nimmt dann die von den Flächen des Prismas zurückgeworfenen oder unter dem Minimum der Ablenkung durchgelassenen Strahlen auf; man kann folglich den Brechungsexponenten berechnen. Unter den Anwendungen des Goniometers in der Physik und Mineralogie muß noch erwähnt werden die Bestimmung des Polarisationswinkels für jede Substanz; ein Merkmal, worauf Beudant als auf ein sehr allgemeines und wichtiges Kennzeichen besonderen Werth gelegt hat und das eng mit dem Brechungsvermögen zusammenhängt. Endlich liefert derselbe Apparat auch den Winkel, welchen die beiden optischen Axen in den zweiaxigen Krystallen unter einander machen, sowie die Durchmesser der Ringe bei der chromatischen Polarisation sowohl in zweiaxigen als auch in einaxigen Krystallen.

Abhandlung über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte und besonders über die brechenden Kräfte der verschiedenen Gase.

Kaum in die pariser Sternwarte eingetreten, wurde ich Biot's Mitarbeiter bei einer Experimentaluntersuchung über die Brechung der Gase, die am 6. December 1805 dem Längenbureau vorgelegt wurde. Die Abhandlung, welche über unsere Untersuchungen Rechenschaft gab, die eine Fortsetzung der früher von Borda unternommenen Arbeiten waren, wurde von Biot redigirt und am 26. März 1806 in der mathematisch-physischen Klasse des Instituts unter dem Titel Abhandlung über die Verwandtschaften der Körper zu dem Lichte und besonders über die brechenden Kräfte der verschiedenen Gase gelesen; sie wurde der Klasse unter den vereinigten Namen von Biot und Arago mitgetheilt und dem Drucke übergeben. Damals trat ein Vorgang ein, den ich anführen will, weil jüngere Gelehrte, welche ihren Antheil an Mitwirkung anderen Gelehrten, die bereits Mitglieder der Akademie sind, gegenüber zu reguliren haben, sich darauf berufen können. Kurze Zeit nach der Lesung fiel mir ein von der Druckerei ausgegangener Correcturbogen der Abhandlung in die Hände; ich war nicht wenig erstaunt, meinen Namen nicht auf dem Titel zu finden; auf der ersten Seite war allerdings von der Hülfe die Rede, welche ich dem Verfasser geleistet hatte; darauf reducirte sich aber auch Alles. Ich war damals noch sehr jung; ich äußerte meine Klagen gegen Poisson und Thénard, die sie sehr gerechtfertigt

fanden und mich veranlaßten, zu reclamiren. Da sie aber fürchteten, daß ich in meinem Briefe zu heftig werden möchte, so willigte ich ohne Schwierigkeit ein, meine Beschwerden nur in sehr gemäßigten Ausdrücken, die sie mir selbst dictirten, vorzubringen. Infolge dieser Reclamation erschien mein Name wieder auf dem Titel der Abhandlung. **Biot** gab an, ihn nur unterdrückt zu haben, um sich den akademischen Gebräuchen anzuschließen, die seiner Ansicht nach nicht gestatteten, daß in der Sammlung der Abhandlungen, welche die Akademie veröffentlicht, der Name eines Akademikers mit dem einer der Akademie fremden Person zusammenstände.

Die von Biot redigirte Abhandlung ist 1806 im 7. Bande der Mémoires de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut impérial erschienen; ich werde hier einen Auszug aus dem Berichte wiederholen, den Delambre in seiner Geschichte der Arbeiten der Akademie im Jahr 1806 gegeben hat.

„Man findet darin zunächst, sagt Delambre, das genaue Verhältniß der Gewichte des Quecksilbers und der Luft für die Temperatur des schmelzenden Eises, für 0,76 Meter Barometerhöhe und für eine vollständig trockene Luft. Dies Verhältniß ist 10463, woraus für die mittlere Temperatur und die Breite von 45° der zur Berechnung der Berghöhen aus Barometerbeobachtungen dienende Coefficient sich grade so ergibt, wie ihn Ramond durch anderweitige Beobachtungen bestimmt hat.

„Die Brechung, welche das Licht beim Uebergange aus dem leeren Raume in die Luft erleidet, oder der Zuwachs, den das Quadrat seiner Geschwindigkeit erhält, hat eine nicht minder glückliche Uebereinstimmung zwischen den physikalischen directen Versuchen und zwischen den astronomischen Beobachtungen, durch welche wir eben diesen Zuwachs mittelst seines Einflusses auf die Höhen der Sonne und der Sterne bestimmt hatten, gezeigt. Der Unterschied zwischen den beiden Resultaten beträgt nur eine Zehntelsecunde für die Refraction in der Höhe des Poles für Paris, und die größte Abweichung übersteigt kaum eine halbe Secunde.

„Das mit denselben Mitteln bestimmte Brechungsvermögen der verschiedenen Gase hat eben dieselben Ansprüche auf unser Zutrauen; das

Brechungsvermögen des Wasserstoffgases ist mehr als $6^1/_2$ mal so groß als das der atmosphärischen Luft, wie dies Laplace vorher gesagt hatte.

„Die Brechungen eines und desselben Gases sind den verschiedenen Dichtigkeitsgraden dieses Gases streng proportional.

„Verschiedene Versuche haben gezeigt, daß das Wasser in Dampfform sehr nahe dasselbe Brechungsvermögen hat, wie die atmosphärische Luft; was die Astronomen davon entbindet, in die Formeln für die Refraction einen besondern Coefficienten, um die von dem Hygrometer angegebene Feuchtigkeit in Rechnung zu ziehen, einzuführen.

„Die große Brechung des Diamants läßt glauben, daß er zum Theil aus Wasserstoff und nicht blos, wie man geglaubt hatte, aus reinem Kohlenstoffe besteht; denn es scheint durch mehrere Versuche bewiesen, daß man das Brechungsvermögen eines beliebigen zusammengesetzten Körpers erhält, wenn man die besondern Brechungsvermögen seiner Bestandtheile nach dem Verhältnisse, in welchem sie combinirt sind, vereinigt. Nur scheint die Condensation einen geringen Zuwachs hervorzubringen.

„Die Möglichkeit, auf diese Weise das Brechungsvermögen der Körper aus ihrer chemischen Zusammensetzung zu bestimmen, läßt die Verfasser vermuthen, daß man aus eben dieser Zusammensetzung gleichfalls das Zerstreuungsvermögen eines beliebigen zusammengesetzten Körpers wird berechnen können, wenn das Zerstreuungsvermögen eines jeden der constituirenden Bestandtheile bekannt ist, was den Weg zu zahlreichen, für die Physik und die Astronomie interessanten Untersuchungen öffnet.

„Endlich folgt aus diesen Versuchen, im Verein mit den von mehreren ausgezeichneten Gelehrten, wie Cavendish, Marti, Berthollet, Davy, Humboldt und Gay-Lussac, ausgeführten, daß das Verhältniß der beiden Elemente der atmosphärischen Luft in allen Klimaten dasselbe ist, woraus sich die für die Astronomie außerordentlich wichtige Folgerung ergibt, daß dieselben Refractionstafeln für die ganze Erde dienen können; ein Satz, der schon aus den 1736 unter dem Polarkreise angestellten Beobachtungen und aus der genauern Berechnung der von Le Gentil zu Pondichéry gemachten Beobachtungen hervorzugehen schien. Borda, für den wir diese Rechnungen ausgeführt hatten, hegte über

diesen Punkt keinen Zweifel; er setzte ihn in einer großen Abhandlung, die er über diesen Gegenstand beendigt hatte, die wir aber bis jetzt nicht haben wieder auffinden können, voraus. Man hat sich aber wenigstens das Prisma verschaffen können, das er speciell für seine Versuche hatte construiren lassen, und hat ebenso wie er einen Repetitionskreis hinzugenommen; man ist dem gefolgt, was von seinem Plane bekannt war; derselbe ist aber sehr erweitert worden, indem man die Untersuchungen, die er blos für die atmosphärische Luft angestellt hatte, auf verschiedene Gase ausdehnte."

Beim Lesen dieses Auszugs aus unseren Beobachtungen nach einem Zeitraume von fast funfzig Jahren muß ich einräumen, daß die von uns daraus gezogenen Folgerungen etwas über das hinausgehen, was zu der Zeit, wo sie ausgeführt worden, mit Recht daraus herzuleiten möglich war. Diese Bemerkung bezieht sich besonders auf das in der Abhandlung über den Diamant Gesagte. Denn die Anwendung des Princips, daß das Brechungsvermögen eines zusammengesetzten Körpers durch die Zusammensetzung der Brechungsvermögen seiner Bestandtheile nach dem Verhältnisse, in welchem diese Bestandtheile verbunden sind, erhalten wird, — die Anwendung dieses Princips auf die Kohlensäure berechtigt nicht, aus der Zusammensetzung der Kohlensäure einen Schluß auf das Brechungsvermögen des Diamants, also der Kohle im festen Zustande, sondern nur auf das Brechungsvermögen der Kohle im gasförmigen Zustande zu machen. Uebrigens hatte im Jahre 1806 die Chemie noch nicht hinreichend genaue Analysen vieler Körper ausgeführt, so daß die auf diesen Gegenstand bezüglichen Rechnungen wieder aufgenommen werden müssen. Was aber von der gemeinschaftlich von Biot und mir gemachten Arbeit bleibt, sind die directen Resultate der Versuche, die ich hier anführen werde, und die ich später unter Petit's Mitwirkung vervielfältigt habe.

Unsere Versuche wurden mit dem Prisma angestellt, das Borda selbst benutzt hatte; dasselbe bestand aus einer sehr starken Glasröhre, deren Enden sehr schräg gegen ihre Axe abgeschliffen und durch zwei Glasplatten mit parallelen Flächen geschlossen waren. Den brechenden Winkel desselben maßen wir, indem wir mit dem Repetitionskreise die von den directen Strahlen mit den auf seinen Flächen

reflectirten Strahlen gebildeten Winkel beobachteten, wobei die Lichtstrahlen von einem sehr entfernten Gegenstande kamen; wir fanden ihn gleich 143°7′28″. Obwohl die Plangläser, welche seine Flächen bildeten, mit äußerster Sorgfalt bearbeitet waren, besaßen sie doch eine sehr kleine Neigung, welche den Lichtstrahl im Allgemeinen um 16,6″ ablenkte, was bei der Rechnung in Betracht gezogen worden ist. Das Innere dieses überall hermetisch verschlossenen Prismas stand mit einem Barometer in Verbindung, welches die Spannkraft der Luft oder der eingeführten Gase angab. Ferner stand das Prisma vor dem obern Fernrohre des Repetitionskreises und war um seine horizontale Axe drehbar; es zeigte also nach einander den Lichtstrahl nach den zwei entgegengesetzten Seiten der Mire, auf welche das untere Fernrohr stets durch die Luft hin eingestellt war, abgelenkt. Diese Einrichtung gestattete in kurzer Zeit sehr oft den Winkel des Lichtstrahles mit der Axe des Fernrohrs zu messen. Als Mire war einer der Blitzableiter der Sternwarte gewählt worden, während wir selbst, Biot und ich, uns in einem Saale des Luxembourg in 1308 Meter Entfernung*) aufgestellt hatten. Bei diesem Abstande war die Ablenkung des Lichtstrahles in dem leeren Raume so stark, daß der Strahl von einem Ende des Giebels der Sternwarte zum andern überging. Es ist überflüssig, hinzuzusetzen, daß wir sehr genau die während der Beobachtungen eingetretenen Veränderungen des Barometers, Thermometers und Hygrometers berücksichtigt haben. Wir haben auch selbst die specifischen Gewichte aller unserer Gase mit einem größeren Grade von Genauigkeit bestimmt, als dies bis dahin geschehen war.

Bekanntlich nennt man in der Emissionstheorie brechende Kraft eines Körpers die Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit oder der lebendigen Kraft des Lichtes beim Uebergange aus dem leeren Raume in einen durchsichtigen Körper, nachdem es die ganze Wirkung dieses Körpers erfahren hat. Wenn m den Brechungsexponenten beim Uebergange des Lichtes aus dem leeren Raume in einen Körper bedeutet, so ist die brechende Kraft dieses Körpers m^2-1; bezeichnet ϱ die Dichtigkeit desselben, so ist $\frac{m^2-1}{\varrho}$ sein absolutes Brechungsvermögen.

*) Vergl. oben S. 243.

Unsere Versuche haben folgende Resultate geliefert:

Namen der Gase.	Werth von ϱ oder Dichtigkeit der Gase, die der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt.	Werthe von m^2-1 oder brechende Kraft.	Werthe von $\frac{m^2-1}{\varrho}$ oder relative Brechungsvermögen d. Gase in Bezug auf ihre Dichtigkeit, die der Luft = 1 gesetzt.
Atmosphärische Luft	1,00000	0,0005891712	1,00000
Sauerstoff	1,10359	0,000560204	0,86161
Stickstoff	0,96913	0,000590436	1,03408
Wasserstoff	0,07321	0,000285315	6,61436
Ammoniak	0,59669	0,000762349	2,16851
Kohlensäure	1,51961	0,000899573	1,00476
Kohlenwasserstoff	0,57072	0,000703669	2,09270
Kohlenwasserstoff, reicher an Kohle als der vorhergehende	0,58825	0,000630300	1,81860

Die Resultate der mit den Gasen und der Luft bei verschiedenen Drucken angestellten Beobachtungen sind so beschaffen, daß man behaupten darf, die brechende Kraft sei in aller Strenge ihrer Dichtigkeit proportional, wenn die Temperatur constant erhalten wird, wenigstens innerhalb der Grenze unserer Versuche, bei denen wir die Luft bis zu einem Drucke von 0,80 Meter verdichtet haben. Es ist uns nicht so vorgekommen, als ob der Feuchtigkeitszustand der Luft auf ihre brechende Kraft einen merkbaren Einfluß hätte, so daß die brechende Kraft des Wasserdampfes als sehr wenig verschieden von der Brechung der trocknen Luft betrachtet werden muß. Bei der Berechnung unserer Beobachtungen haben wir das Gay-Lussac'sche Gesetz der Gleichheit der Ausdehnung für alle Gase angewandt, und die Ausdehnung für jeden Grad der hunderttheiligen Skale zu 0,00375 ihres Volumens angenommen.

Im Jahre 1805 kannte man die Elementarzusammensetzung der Körper noch nicht mit der Genauigkeit, welche die Chemiker seitdem in allen ihren Analysen erreicht haben. Dessenungeachtet haben wir im Allgemeinen eine große Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der directen Messung des Brechungsvermögens und den durch Rechnung

erhaltenen Werthen gefunden; die Rechnung bestand darin, das Brechungsvermögen jedes Bestandtheils mit der Gewichtsmenge, mit welcher er in die Verbindung eingeht, zu multipliciren und die so gewonnenen Producte zu addiren, wo dann diese Summe dem Brechungsvermögen des zusammengesetzten Körpers gleich sein muß. Dies Gesetz gibt die folgenden beiden Gleichungen:

$$P = P'x' + P''x'' + P'''x''' + \ldots$$
$$1 = x' + x'' + x''' + \ldots$$

wo P das Brechungsvermögen des zusammengesetzten Körpers, P', P'', $P'''\ldots$ die Brechungsvermögen seiner Bestandtheile, und endlich x', x'', $x'''\ldots$ die Gewichtsmengen jedes dieser Bestandtheile bedeuten.

Um jedes Brechungsvermögen zu berechnen, erhebt man den betreffenden Brechungsexponenten aufs Quadrat, zieht davon die Einheit ab und dividirt die erhaltene Zahl durch die auf die Luft als Einheit bezogene Dichtigkeit des Körpers bei 0°, und durch die brechende Kraft der Luft. Wir haben überdies gefunden, daß die Dichtigkeit des Wassers 773 mal größer als die der Luft ist.

Nach diesen Angaben und Principien haben Biot und ich in folgender Weise die Brechungsvermögen verschiedener Körper berechnet:

I. Luft. Wurde ihre Zusammensetzung nach Volumentheilen zu 0,210 Sauerstoff, 0,784 Stickgas und 0,006 Kohlensäure angenommen, so ergab die Rechnung 0,995077 für das Brechungsvermögen.

II. Ammoniak. Die beobachtete Brechung ist in diesem Falle diejenige, welche einer Mischung von 0,797 Gewichtstheilen Stickstoff und 0,203 Gewichtstheilen Wasserstoff zukommt. Berthollet's und Davy's Versuche gaben 0,80 Stickstoff und 0,20 Wasserstoff.

III. Wasser. Nach Newton's und unsern Versuchen würde das Brechungsvermögen des Wassers 1,7225 sein; legt man der Rechnung die folgende von Humboldt und Gay-Lussac gefundene Zusammensetzung des Wassers zu Grunde: Wasserstoff 0,117154 und Sauerstoff 0,882958, so erhält man 1,53567.

IV. Kohlenstoff. Wurde nach Lavoisier's Versuchen angenommen, daß die Kohlensäure 0,76 Gewichtstheile Sauerstoff und 0,24 Th. Kohlenstoff enthält, und die für das Brechungsvermögen der

Kohlensäure durch den Versuch gefundene Zahl 1,00476 zu Grunde gelegt, so erhielten Biot und ich 1,4581 für das Brechungsvermögen des Kohlenstoffs. Berechnet man das Brechungsvermögen des Diamants aus Newton's Versuchen, so findet man (das der Luft = 1 gesetzt), 3,1961. Die Zahl 1,4581 ist in den folgenden Rechnungen allein benutzt worden.

V. Olivenöl. Nach der von Lavoisier angegebenen Zusammensetzung des Olivenöls aus 0,21 Gewichtstheilen Wasserstoff und 0,79 Th. Kohlenstoff haben wir berechnet, daß sein Brechungsvermögen 2,5382 wäre; Newton's Beobachtungen geben 2,7684.

VI. Alkohol. Nach Lavoisier besteht der Alkohol dem Gewichte nach aus 0,544 Sauerstoff, 0,166 Wasserstoff und 0,290 Kohlenstoff; darnach berechnet sich das Brechungsvermögen auf 1,9894. Newton's Versuche, die wir verificirt haben, geben 2,2223.

VII. Gummi. Nach Fourcroy's und Vauquelin's Analysen, welche für die Zusammensetzung des Gummis 0,6538 Sauerstoff, 0,1154 Wasserstoff und 0,2308 Kohlenstoff geben, findet man ein Brechungsvermögen 1,6931; Newton's Versuche liefern 1,8826.

Alle diese im Jahre 1805 ausgeführten Rechnungen werden jetzt, wo man genauere Analysen besitzt, wieder vorgenommen werden müssen. Das Interesse, welches sich an das Studium der optischen Eigenschaften der Körper knüpft, hat mich übrigens bewogen, später noch andere Messungen gemeinschaftlich mit meinem Schwager Petit auszuführen.

[Der Bericht über die von Arago und Petit gemachten Versuche ist nicht redigirt worden. Die erhaltenen Resultate sind hier nach den Beobachtungsregistern kurz angegeben.

Die brechende Kraft jedes Gases ist nach den folgenden Formeln berechnet worden:

$$P' = \frac{0,76\,(1 + t' \times 0,00375)}{p'}\left[(1-\omega)^2\left(1 + \frac{Pp}{0,76\,(1 + t \times 0,00375)}\right) - 1\right]$$

$$\omega = \frac{R}{2\,\mathrm{tg}\,\frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8}$$

P brechende Kraft der Luft = 0,0005891712.
P′ brechende Kraft des Gases.

R beobachtete Ablenkung, corrigirt wegen der Ablenkung der Flächen; positiv, wenn das Gas schwächer als die Luft bricht, negativ, wenn es stärker bricht.

a brechender Winkel des Prismas = 143° 7′ 28″.

$2 \lg \frac{a}{2} = 5,999.$

p Druck der Luft, corrigirt wegen der Ausdehnung des Quecksilbers.

p′ Druck des Gases, ebenfalls wegen der Ausdehnung des Quecksilbers corrigirt.

t Temperatur der Luft.

t′ Temperatur des Gases.

Ein Centesimalgrad = 0,015708, wenn der Radius als Einheit genommen wird.

Die durch den Versuch erhaltenen Zahlen folgen hier so, wie sie in die Formeln für die Berechnung der brechenden Kräfte eingesetzt werden müssen:]

I. — Kohlenoxydgas.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 8. Februar 1813 hat man:

R = + 0,006294° = 0,000098866;
p = 0,760295, t = 7,4°
p′ = 0,602077, t′ = 8,3° } Therm. d. äußern Bar. = 6,8°;
hieraus P′ = 0,00070315129.

Da die gefundene Dichtigkeit 0,9678 war, so ist das auf die Luft bezogene Brechungsvermögen 1,233775.

II. 25 Beobachtungen vom 12. Februar haben gegeben:

R = 0,00403° = 0,00006330324;
p = 0,75312, t = 10°
p′ = 0,608048, t′ = 11,5° } Therm. d. äußern Bar. = 9,9°;
hieraus P′ = 0,0007060615.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 1,238241.

III. Durch 10 Beobachtungen vom 24. September hat man:

R = — 0,01559375° = — 0,0002449467;
p = 0,762068, t = 20,77°
p′ = 0,708878, t′ = 21,03° } Therm. d. äußern Bar. = 21,53°;
hieraus P′ = 0,000728444.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 1,277498.

IV. 16 Beobachtungen vom 14. October geben:

$R = -0{,}0110875^{0} = -0{,}0001741625$;

$p = 0{,}7292345,\ t = 13{,}66^{0}$, $p' = 0{,}6819,\ t' = 13{,}69^{0}$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 13{,}66^{0}$;

hieraus $P' = 0{,}000698201$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 1,22446.

V. 14 Beobachtungen vom 16. October geben:

$R = 0{,}00136180^{0} = 0{,}00002139115$;

$p = 0{,}746124,\ t = 13{,}7^{0}$, $p' = 0{,}619127,\ t' = 13{,}9^{0}$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 13{,}73^{0}$;

hieraus $P' = 0{,}000701345$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 1,22992.

VI. Durch 10 Beobachtungen vom 17. October hat man:

$R = 0{,}001875^{0} = 0{,}0000294525$;

$p = 0{,}747495,\ t = 14{,}1^{0}$, $p' = 0{,}620415,\ t' = 14{,}7^{0}$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 14{,}7^{0}$;

hieraus $P' = 0{,}0006986995$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 1,225234.

Die Tagebücher geben nicht an, ob man sich von der Reinheit des Gases überzeugt hat.

II. — Sumpfgas.

Das Kohlenwasserstoffgas der Sümpfe, das man in das Prisma eingefüllt hatte und dessen Brechung gemessen wurde, war nach der von Dulong gemachten Analyse folgendermaßen zusammengesetzt:

	Gewicht.
Kohlensäure	0,0241
Stickstoff	0,2930
Wasserstoff	0,1829
Kohlenstoff	0,4998
Summe	0,9998

Das specifische Gewicht betrug 0,622051.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 22. October 1813 hat man:

$R = -2'\,4{,}55'' = -0{,}000603066$;

$p = 0{,}752019,\ t = 18{,}57^{0}$;

$p' = 0{,}754742,\ t' = 18{,}13^{0}$;

hieraus $P' = 0{,}000802385$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,19.

II. Nach 10 Beobachtungen vom 6. November hat man:

$R = -1' 56{,}7'' = -0{,}000565716$;

$p = 0{,}757, \quad t = 11{,}4^0$;

$p' = 0{,}7411, \quad t' = 11{,}4^0$;

hieraus $P' = 0{,}000803439$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,19.

III. — Oelbildendes Gas.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 14. März 1813:

$R = -0{,}117118^0 = -0{,}00183969$;

$p = 0{,}765033, \quad t = 2{,}95^0$; $p' = 0{,}676444, \quad t' = 4{,}85^0$ } Therm. d. äußern Bar. $= 2{,}9^0$;

hieraus $P' = 0{,}0013731713$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,366176.

II. Nach 10 Beobachtungen vom 23. März:

$R = -0{,}1189375^0 = -0{,}00186827025$;

$p = 0{,}765175, \quad t = 10{,}95^0$; $p' = 0{,}6976, \quad t' = 11{,}25^0$ } Therm. d. äußern Bar. $= 10{,}5^0$;

hieraus $P' = 0{,}00135366$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,33256.

III. Nach 10 Beobachtungen vom 27. März:

$R = -0{,}119006^0 = -0{,}001869346$;

$p = 0{,}770192, \quad t = 11{,}45^0$; $p' = 0{,}698332, \quad t' = 12{,}15^0$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 11{,}65^0$;

hieraus $P' = 0{,}00136011$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,34367.

IV. Nach 15 Beobachtungen vom 15. April:

$R = -0{,}116746^0 = -0{,}00183385$;

$p = 0{,}75592, \quad t = 9{,}87^0$; $p' = 0{,}69212, \quad t' = 10^0$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 9{,}17^0$;

hieraus $P' = 0{,}00133984$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,30875.

V. Nach 10 Beobachtungen vom 26. April:

$R = -0{,}120756^0 = -0{,}00189674$;

$p = 0{,}7516085, \quad t = 14{,}75^0$; $p' = 0{,}7045603, \quad t' = 14{,}09^0$ } Therm. d. äuß. Bar. $= 14{,}7^0$;

hieraus $P' = 0{,}001348594$.

Brechungsvermögen in Bezug auf Luft = 2,323827.

IV. — Schwefelwasserstoffgas.

Das Gas wurde von Desprez am 8. October 1815 bereitet und in dem Laboratorium der polytechnischen Schule in das Prisma eingefüllt. Man ließ ungefähr 56 Theile des Gases in eine Röhre übergehen, worin man Pottasche gethan hatte; es blieb nur ein Volumen von ungefähr einem Zehntel eines Theiles übrig. Ehe man den Hahn des Prismas geöffnet hatte, war die Spannung im Inneren 6,5^{mm}; als die Luft der Hähne der Glocke in das Prisma eingetreten war, stieg diese Spannung auf 25^{mm}. Man stellte die Messungen in dem dunklen Zimmer der Schule an. Man erhielt nach einem Mittel aus 12 Beobachtungen:

$R = -6' 25'' = -0{,}00186648;$
$p = 0{,}76244,\ t = 17{,}6^0;$
$p' = 0{,}74534,\ t' = 17{,}6^0;$
hieraus $P' = 0{,}0012786.$

Brechungsvermögen in Bezug auf die Luft = 1,8219.
Die Dichtigkeit betrug 1,1912.

V. — Dampf von Schwefelkohlenstoff.

I. Nach 16 Beobachtungen vom 11. August 1815:

$R = -4' 39'' = -0{,}00135259;$
$p = 0{,}7477,\ t = 16{,}7^0;$
$p' = 0{,}26685,\ t' = 16{,}7^0;$
hieraus $P' = 0{,}00301525.$

II. Nach 11 Beobachtungen vom 17. August:

$R = -3' 7{,}7'' = -0{,}00091;$
$p = 0{,}75653,\ t = 22^0;$
$p' = 0{,}2265,\ t' = 22^0;$
hieraus $P' = 0{,}00307069.$

III. Nach 10 Beobachtungen vom 18. August:

$R = -2' 13'' = -0{,}000644784;$
$p = 0{,}7569,\ t = 20^0;$
$p' = 0{,}2042,\ t' = 20^0;$
hieraus $P' = 0{,}0030433.$

IV. Nach 15 Beobachtungen vom 8. September:

$R = -5' 19'' = -0{,}00142535;$
$p = 0{,}7606,\ t = 18{,}63^0;$
$p' = 0{,}2663,\ t' = 18{,}63^0;$
hieraus $P' = 0{,}00313317.$

VI. — Dampf von Salzäther.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 31. August 1815:

$R = -7'5{,}8'' = -0{,}0022872864$;

$p = 0{,}7586, \quad t = 24{,}85^0$;

$p' = 0{,}47363, \quad t' = 24{,}85^0$;

hieraus $P' = 0{,}002280408$.

Der angewandte Salzäther war im Laboratorium der Faculté des sciences bereitet worden. In dem Prisma war eine kleine Quantität Luft, die einen Druck von 30^{mm} ausübte.

II. Nach 10 Beobachtungen vom 1. September:

$R = -4'19{,}5'' = -0{,}001258056$;

$p = 0{,}7603, \quad t = 25^0$;

$p' = 0{,}346, \quad t' = 25^0$;

hieraus $P' = 0{,}00230192$.

Die in dem Apparate eingeschlossene Luft hatte nur eine Spannung von 16^{mm}.

VII. — Dampf von Schwefeläther.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 1. September 1815:

$R = -8'38'' = -0{,}002511264$;

$p = 0{,}7597, \quad t = 25{,}2^0$;

$p' = 0{,}3651, \quad t' = 25{,}2^0$;

hieraus $P' = 0{,}00314044$.

II. Nach 10 Beobachtungen vom 2. September Morgens:

$R = -10'38'' = -0{,}003093024$;

$p = 0{,}7573, \quad t = 25{,}1^0$;

$p' = 0{,}4163, \quad t' = 25{,}1^0$;

hieraus $P' = 0{,}003114073$.

III. Nach 10 Beobachtungen vom 2. September Abends:

$R = -9'53'' = -0{,}002874864$;

$p = 0{,}756423, \quad t = 25^0$;

$p' = 0{,}39587, \quad t' = 25^0$;

hieraus $P' = 0{,}003135568$.

Diese drei Beobachtungsreihen sind mit dem in dem Laboratorium der Faculté des sciences bereiteten Aether angestellt worden.

IV. Nach 15 Beobachtungen vom 4. September:

$R = -8'52'' = -0{,}002579136$;

$p = 0{,}7575, \quad t = 24^0$;

$p' = 0{,}3693, \quad t' = 24^0$;

hieraus $P' = 0{,}003126687$.

V. Nach 10 Beobachtungen vom 6. September:

$R = -6' 18'' = -0,001832544;$
$p = 0,75656, t = 19,2^0;$
$p' = 0,303, t' = 19,2^0;$
hieraus $P' = 0,003112852.$

VI. Nach 10 Beobachtungen vom 7. September:

$R = 2' 2'' = 0,000591;$
$p = 0,7600, t = 18,6^0;$
$p' = 0,0874, t' = 18,6^0;$
hieraus $P' = 0,00328643.$

Diese drei letzten Reihen sind mit Aether gemacht worden, der von Gay-Lussac rectificirt war.

VIII. — Cyan.

I. Nach 10 Beobachtungen vom 24. September 1815:

$R = - 7' 21,5'' = - 0,002140392;$
$p = 0,75052, t = 20^0;$
$p' = 0,62042, t' = 20^0;$
hieraus $P' = 0,00165111.$

II. Nach 10 Beobachtungen vom 25. October:

$R = - 6' 45'' = - 0,00196344;$
$p = 0,7546, t = 19^0;$
$p' = 0,5966, t' = 19^0;$
hieraus $P' = 0,00163792.$

Das in diesen beiden Reihen angewandte Gas war von Gay-Lussac bereitet worden.

[Nach Anstellung der vorhergehenden Versuche hat sich Arago noch besonders mit den Aenderungen beschäftigt, welche durch die Gegenwart des Wasserdampfes in dem Brechungsexponenten der Luft erzeugt werden könnten; eine Frage, welche die 1805 mit Biot gemachten Beobachtungen nicht vollständig gelöst hatten. Diese Untersuchungen sind in der Abhandlung über die Anwendung der Methode der Interferenzen zur Bestimmung der Brechungsexponenten (Bd. 10 der sämmtl. Werke S. 257) angeführt worden. Es ist gleichfalls in einer Note von Fresnel (S. 479 desselben Bandes) darauf hingewiesen worden. Arago hat

über diesen Gegenstand die folgenden Aufzeichnungen hinterlassen, die hier Platz finden mögen.]

Zufolge der von Biot und mir bei Temperaturen zwischen — 1,5° und + 12,0° gemachten Beobachtungen, deren Zahl nicht weniger als 166 beträgt, ist die brechende Kraft der Luft 0,0005891712. Funfzig Beobachtungen sind bei 0° oder unterhalb des Gefrierpunktes gemacht worden. Bei den Temperaturen, bei welchen wir operirt haben, konnte der Wasserdampf keinen merklichen Einfluß auf die Resultate ausüben. Es folgt daraus für das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels beim Uebergange aus dem leeren Raume in Luft i = 1,00029454, bei 0° und 0,76 Meter Barometerstand. Newton hatte 1,0003125 angegeben, wobei jedoch weder die zugehörige Temperatur noch der entsprechende Druck genannt worden ist. Um den Einfluß der Feuchtigkeit der Luft zu bestimmen, habe ich sowohl mit Fresnel als auch allein die folgenden Versuche ausgeführt, indem ich meinen Interferenzapparat anwandte, der aus zwei neben einander liegenden Röhren von 1 Meter Länge besteht, welche von zwei aus einer gemeinschaftlichen Quelle kommenden Lichtstrahlen durchlaufen werden.

10. October 1816. — Das Thermometer zeigt 18,5° C. Die eine Röhre ist seit mehreren Tagen zur Hälfte mit Chlorcalcium gefüllt. Man stellt sie vor das Diaphragma. Die trockene Röhre liegt rechts; der Faden entspricht der Mitte der beiden Streifen erster Ordnung. Man nimmt die Röhren fort; die Streifen gehen um etwas mehr als drei Viertel einer Streifenbreite nach links, woraus hervorgeht, daß sie nach rechts abgelenkt waren, d. h. nach der Seite der trocknen Röhre.

Ein zweiter Versuch liefert dasselbe Resultat.

Man verbreitet Wasser in einer der Röhren und beginnt den Versuch wieder. Der Faden steht in der Mitte der beiden Streifen erster Ordnung. Nach Wegnahme der Röhren gehen die Streifen um anderthalb Intervalle nach links; was beweist, daß zuvor die trockene Röhre die Streifen nach rechts oder nach ihrer Seite um dieselbe Größe abgelenkt hatte.

Die Länge der Röhre beträgt 1,008 Meter; eine Wellenlänge ist gleich 0,000577ᵐᵐ.

14. September 1817. — Die Temperatur in dem dunkeln Zimmer betrug 22,0° C.

Wenn die beiden Röhren mit trockner Luft gefüllt waren, so ging beim Fortnehmen derselben der Faden von 1 nach 2. War die Luft in der rechten Röhre mit Feuchtigkeit gesättigt, so ging der Faden beim Fortnehmen der Röhre von 1 nach 3. Die Wirkung der feuchten Luft wird also durch das zwischen 2 und 3 liegende Intervall dargestellt. Weil die Streifen beim Fortnehmen der Röhren nach der Seite der feuchten Röhre gingen, so ist klar, daß die trockene Röhre sie nach ihrer Seite hingezogen hatte oder daß sie stärker brach als die andere.

20. September 1817. — Es wird der Fortin'sche Apparat benutzt. In jeder Röhre waren 4ᵐᵐ Luft. Die Streifen sind auf dem mittelsten Faden. Ich lasse Luft in die linke Röhre, so daß die Spannung jetzt 9ᵐᵐ beträgt, und führe darauf die Streifen auf den mittelsten Faden zurück. Beim Fortnehmen der Röhren gingen sie dann $2^1/_2$ Streifen nach rechts; aber für eine gleiche Spannung in beiden Röhren verschoben sie sich um einen halben Streifen in demselben Sinne. Eine Hinzufügung von 5ᵐᵐ Luft zu einer ursprünglichen Spannung von 4ᵐᵐ verrückt also die Streifen nach der Seite der dichtern Luft um 2 Streifen, so daß in einem Meter Luft von 9ᵐᵐ Spannung ein Lichtstrahl zwei Schwingungen mehr macht als in einem Meter Luft von 4ᵐᵐ Spannung.

4. October 1817. — In der einen Röhre ist Luft von gewöhnlichem atmosphärischen Drucke; in der andern hat die Luft eine um 11ᵐᵐ geringere Spannung. Die Einschiebung der beiden Röhren verrückt die Streifen nach der Seite der dichtern Luft um ungefähr 10 Streifen. Diese Schätzung ist blos mit den Augen, ohne Hülfe des Mikrometers gemacht worden. Das äußere Barometer zeigt 0,761 Meter.

5. August 1818. — Die Wasser enthaltende Röhre liegt links. Man stellt den Faden auf die Mitte des Streifens der ersten Ordnung. Durch Fortnehmen der Röhren gehen die Streifen um $1^1/_2$ Streifen nach links; durch Fortnehmen der Röhren, wenn beide trocken sind,

gehen sie um einen Viertelstreifen in demselben Sinne, woraus folgt, daß die durch die Einschaltung einer feuchten Röhre entstehende Verschiebung der Streifen nur $1^1/_4$ Streifen beträgt.

Die Temperatur beträgt 27° C.

6. August 1818. — Um Mittag stellten wir von Neuem die beiden Röhren vor das Diaphragma. Der Mikrometerfaden war auf die Mitte des Streifens der ersten Ordnung gerichtet. Beim Fortnehmen der beiden Röhren sah man die Streifen um $1^3/_4$ Streifen nach links rücken. Vor dem Einbringen des Wassers in die linke Röhre hatte man Tags zuvor einen ähnlichen Versuch gemacht; das Fortnehmen der Röhren, wenn beide trocken waren, verschob in den gestrigen Versuchen die Streifen um einen Viertelstreifen nach links; die Wirkung der in der linken Röhre verbreiteten Feuchtigkeit stieg also nur auf $1^1/_2$ Streifen.

Das Wasser war seit gestern in der Röhre geblieben; es wurde heute vor dem Beginne des Versuchs eine neue Quantität eingeführt. Das Thermometer zeigte in dem dunklen Zimmer 27° C.

Aus der Verschiebungsrichtung der Streifen ergibt sich, daß die feuchte Luft weniger bricht als die trockene.

13. August 1818. — Die Einschaltung der beiden Röhren lenkt die Streifen um $^1/_2$ Streifen nach rechts ab; die rechte Röhre enthielt seit drei Tagen Chlorcalcium; die andere war wahrscheinlich nicht recht trocken. Es wurde Wasser in diese Röhre gebracht und sofort gehen die Streifen nach der Seite der ersten Röhre oder nach rechts. Man führt den Mikrometerfaden auf die Mitte des Streifens der ersten Ordnung zurück. Die Fortnahme der Röhren ist von einer Bewegung der Streifen um zwei ganze Streifen nach links (gegen die Seite, wo die feuchte Röhre lag) begleitet. Zieht man einen Viertelstreifen für die Wirkung der Gläser ab, so bleiben $1^3/_4$ Streifen als Maaß des Ueberschusses der Brechung eines Meters trockner Luft über ein Meter feuchter Luft.

Die Temperatur in dem dunkeln Zimmer beträgt 24° C.

31. August 1818. — Ich habe heute den Versuch mit den zwei Röhren, aber mit dem Gambey'schen Apparate wiederholt. Hier stehen die beiden Plangläser nur um 3 Centimeter von einander ab,

und der mehr oder weniger feuchte Zustand der in jeder Röhre enthaltenen Luft konnte nur einen sehr geringen Einfluß haben.

Die beiden mit den gewöhnlich angewandten Gläsern verschlossenen Röhren wurden in das dunkle Zimmer gebracht, und der Mikrometerfaden auf die Mitte des hellen Streifens erster Ordnung eingestellt. Beim Fortnehmen der Röhren verschoben sich die Streifen um einen Viertelstreifen nach links. Ich brachte nun Chlorcalcium in die rechte, und Wasser in die linke Röhre; die Verschiebung der Streifen betrug ebenso, wie zuvor, nur einen Viertelstreifen. Es schlägt sich also auf dem Glase, welches die Röhre schließt, worin die Luft mit Dämpfen gesättigt ist, keine merkliche Feuchtigkeit nieder.

Aus diesen Versuchen folgt, daß der Brechungsexponent der feuchten Luft bei niedrigen Temperaturen nicht unter 1,0002933 ist; ich finde ihn gleich 1,0002938. Die Länge einer Undulation nämlich, die man bei der Berechnung der Lage der durch mein rothes Glas beobachteten innern Streifen anwenden muß, beträgt $0{,}000623^{mm}$; sie entspricht der Grenze zwischen Roth und Orange, indem diese beiden Farben die einzigen sind, die mein Glas hindurchläßt. Man kann also sagen, daß wenn dasselbe in der trocknen Luft 1605000 Schwingungen gibt, im leeren Raume 472 Schwingungen mehr oder 1605472 existiren würden. Nun sind in einem Meter feuchter Luft $1^1/_2$ oder 2 Schwingungen weniger; es verhält sich also die Geschwindigkeit in der feuchten Luft zu der Geschwindigkeit in der trocknen Luft, wie 1605000 : 1604998, oder wenn m' den Brechungsexponenten in der feuchten Luft bedeutet, $m' : 100029454 = 1604998 : 1605000$, woraus $m' = 1{,}0002933$ folgt. Man sieht also, wie mein Apparat das gewöhnlich zur Bestimmung der Brechung angewandte Verfahren ersetzen kann. Er würde ebenfalls als Barometer dienen können; denn ich habe gefunden, daß mit einer Röhre von 1,1 Meter Länge eine Vermehrung des Druckes um 1^{mm} einer Verschiebung um 1 Streifen (? vergl. S. 621), und folglich eine Vermehrung um $0{,}1^{mm}$ einer Verschiebung um $^1/_{10}$ Streifen entspricht. Man würde ihn endlich auch mit derselben Leichtigkeit als ein sehr empfindliches Thermometer benutzen können, weil 1° C. 2,2 Streifen, also $0{,}1^o$ 0,22 Streifen und $0{,}05^o$ 0,11 Streifen entspricht.

Die am Thermometer meßbare Wärme vermehrt die brechende Kraft der Körper. Aendert sie ebenfalls die Elemente der Doppelbrechung in den mit dieser Eigenschaft begabten Körpern? Mit andern Worten, ist die in einer gegebenen Richtung gemessene brechende Kraft für den unregelmäßigen Strahl bei allen Temperaturen dieselbe? Wenn, wie wahrscheinlich, die Ablenkung des unregelmäßigen Strahles mit dem Temperaturgrade sich ändert, so wird es Interesse haben, zu untersuchen, ob diese Aenderung der an dem regelmäßigen Strahle beobachteten analog ist.

Als ich meine Untersuchungen in Bezug auf den Einfluß des Wasserdampfes auf die astronomischen Brechungen bekannt machen wollte, hatte ich einen Apparat von großen Dimensionen ausführen lassen, um meine ersten Resultate zu verificiren. Dieser Apparat bestand aus einer Röhre, deren Länge bis auf 10 Meter getrieben war. Einer der interferirenden Strahlen ging durch die Röhre, der andere durch die äußere Luft. Es genügt, in den Apparat erst trockene und dann feuchte Luft einzubringen, um die Unterschiede ihrer Wirkungen zu beobachten. Da die Verschiebung der Streifen bei einer so langen Röhre zu beträchtlich sein würde, um die directe Messung derselben mit großer Genauigkeit ausführen zu können, so dachte ich daran, einen Compensator einzuschalten, welcher aus Glasplatten besteht, deren unter bekannten Winkeln sich ändernde Neigung die Streifen auf eine und dieselbe durch die Kreuzfäden im Brennpunkte des Oculars bestimmte Lage zurückführen sollte. (Vergl. Bd. 10 der sämmtl. Werke, S. 270.) Der Verlust meines Gesichts hat mir nicht gestattet, die beabsichtigten Versuche auszuführen, und ich bat im Jahre 1852 Herrn Fizeau, diese Arbeit zu übernehmen. Dieser scharfsinnige Physiker hat sich dieses Auftrages mit der ausgezeichneten Genauigkeit, mit der er alle seine Arbeiten ausführt, entledigt. Nach Vollendung der Messungen hat er mir die folgende Notiz zugesandt:

Der von Arago für diese Art von Untersuchungen ausgedachte Compensator besteht aus einem horizontalen getheilten Kreisbogen, auf welchem sich zwei Alhidaden bewegen, von denen jede ein rectanguläres verticales Glas trägt. Beide Gläser sind parallel und haben dieselbe Dicke. Mittelst Bewegung einer einzigen Schraube kann man die beiden Gläser

gleichzeitig um eine durch den Mittelpunkt des Kreises gehende verticale Linie sich drehen lassen; beide Gläser drehen sich dabei um denselben Winkel, aber nach entgegengesetzten Seiten. Wenn die Alhidaden auf Null stehen, so sind die Gläser parallel und liegen an einander; durch Umdrehung der Schraube entfernen sie sich um eine und dieselbe Größe, welche der Neigungswinkel ist, nach beiden Seiten von Null. Nimmt man also einen Strahl, welcher in normaler Richtung durch die Platten hindurchgeht, wenn die Alhidaden auf Null stehen, so wird der Einfallswinkel, der in jener ersten Stellung Null ist, gleich i, wenn die Gläser um die Größe i geneigt werden. Da das System der beiden Gläser sich nach beiden Seiten um gleiche Größen neigen muß, so besitzt es die merkwürdige Eigenschaft, den hindurchgehenden Strahl nach dem Grade der Neigung mehr oder weniger zu verzögern, jedoch ohne schließlich eine Verschiebung des Strahles zu erzeugen, weil die in den beiden Gläsern eintretenden Verschiebungen nach entgegengesetzten Seiten hin stattfinden, und sich folglich vollständig compensiren.

Die Wirkungen des Compensators lassen sich nach folgender Formel berechnen:

$$R = 2e\left[\frac{m - \cos(i-r)}{\cos r}\right]$$

wo R den Wegunterschied oder die Verzögerung infolge der Wirkung der Gläser,
e die Dicke der Gläser,
m den Brechungsexponenten des Glases,
i den Einfallswinkel, und
r den Brechungswinkel im Glase bezeichnet.

In den Compensator konnten Gläser von verschiedener Dicke eingesetzt werden; diejenigen, welche zu den definitiven Versuchen dienten, hatten, mit dem Sphärometer gemessen, eine Dicke von $2{,}485^{mm}$.

Die Gläser waren als Glas von St. Gobain geliefert worden, dessen Brechungsexponent ziemlich constant 1,543 ist; indeß hat man vorgezogen, denselben für diese Gläser direct zu bestimmen, um sich zu versichern, daß die Masse, woraus sie bestanden, nicht irgend einer weniger brechenden Sorte angehörte, was doch möglich gewesen wäre. *)

---

*) Um den Brechungsexponenten der obigen dünnen Gläser zu bestimmen, wurde ein sehr einfaches Verfahren angewandt, das aber doch einer gewissen Genauigkeit fähig ist. Wenn man vor einen horizontalen in Millimeter getheilten Maaßstab eine Glasplatte mit parallelen Flächen in der Weise stellt, daß z. B. der obere Rand des Glases auf die Mitte der Theilstriche fällt, so wird man die obere

Der gefundene Werth ist 1,54; weicht also so wenig von dem vorhergehenden ab, daß die mit dem einen oder andern Werthe berechneten Resultate nur völlig zu vernachlässigende Differenzen darbieten.

Der Einfallswinkel i ist gleich dem Neigungswinkel der Platten, der auf dem getheilten Kreise abgelesen wird.

Der Winkel r ergibt sich aus dem Brechungsexponenten m durch die Formel $\sin r = \frac{\sin i}{m}$.

Wenn die Röhre mit trockner Luft gefüllt ist, so findet man eine gewisse Größe des Winkels i, welche derjenigen Neigung der Platten entspricht, die nothwendig ist, um den centralen Streifen auf den Kreuzungspunkt der Fäden zu bringen; daraus erhält man durch die Formel den Wegunterschied R.

Wenn man an die Stelle der trocknen Luft feuchte setzt, so findet man eine andere Größe des Winkels i; woraus man einen entsprechenden Wegunterschied R' herleitet.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Größen $R' - R = \Delta$ ist genau der Unterschied der Wirkungen der trocknen und der feuchten Luft. Dividirt man diese Größe durch die Wellenlänge der gelben Strahlen $\lambda = 0{,}000589^{mm}$, so erhält man $\frac{\Delta}{\lambda}$ = der Anzahl der verschobenen Streifen.

Hälfte der Striche direct, die untere dagegen durch das Glas hindurch sehen. Wenn das Glas senkrecht auf der Richtung der Gesichtslinie steht, so werden die beiden Hälften des Striches, nach dem man visirt, sich genau entsprechen. Ist das Glas gegen die Gesichtslinie geneigt, so findet dies nicht mehr statt; die durch das Glas hindurch gesehene Hälfte des Striches ist infolge der Brechung verschoben, und entspricht nicht mehr der andern direct gesehenen. Neigt man nun das Glas in passender Weise, so kann man diese Verschiebung so reguliren, daß sie genau 1, 2, 3 u. s. w. Theilstriche beträgt, daß also der 1ste, 2te, 3te ... Theilstrich, durch das Glas gesehen, mit dem 0ten direct gesehenen Striche zusammenfallen.

Hat man bei der Beobachtung einen getheilten Kreis zu Hülfe genommen, der den Winkel zu messen gestattet, um welchen das Glas geneigt werden muß, um eine Verschiebung von n Theilstrichen zu erzeugen, so erhält man den Brechungsexponenten durch folgende Formel:

$$\operatorname{tg} r = \operatorname{tg} i \left(1 - \frac{n}{e \sin i}\right)$$

worin n die Größe der Verschiebung in Millimetern, und
e die Dicke der Platte in Millimetern bedeutet.

Nachdem wir angegeben haben, wie der Compensator gebraucht und wie seine Wirkungen berechnet werden, ist es zweckmäßig, noch einige Worte über die andern Theile des Apparates und über die Art, wie die Operationen gemacht worden sind, zu sagen.

Eine verticale Spalte mit einer cylindrischen Linse wurde vor die Flamme einer Lampe gestellt; die leuchtende Linie, die sich im Brennpunkte der Linse bildete, war die Lichtquelle. In einer Entfernung von 5 Metern befand sich ein Objectiv mit großer Brennweite, auf welchem ein Schirm mit zwei Spalten angebracht war; diese sonderten aus dem einfallenden Lichtbündel zwei Strahlenbündel aus, welche durch die Brechung in der Linse convergirend gemacht in einer Entfernung von 11 Metern zusammentrafen, und Interferenzstreifen hervorriefen.

Die 10 Meter lange Röhre wurde vor eine der Spalten so gestellt, daß sie von einem der beiden Strahlenbündel ihrer ganzen Länge nach frei durchlaufen wurde. Nach seinem Austritte aus der Röhre ging dies Bündel durch die Platten des Compensators. Endlich stand im Durchkreuzungspunkte der beiden Bündel eine mit Kreuzfäden versehene Loupe, mittelst deren man in genauer Weise die Lage der Streifen beobachtete. Die Röhre war von Glasplatten geschlossen, die aber so groß waren, daß sie über die Enden der Röhre hinaus in die Bahn des andern Bündels reichten, welches durch die äußere Luft hindurchgehen sollte; da so die beiden Strahlenbündel dieselben Gläser durchliefen, so mußte sich die aus ihrem Einflusse resultirende Wirkung vollständig compensiren.

Wenn die Platten des Compensators auf Null standen, d. h. senkrecht auf den Strahlen, so übten sie eine beträchtliche Wirkung aus, die gleichfalls durch eine andere in die Bahn des zweiten Bündels gestellte Glasplatte compensirt wurde; indem man diese letztere Platte mehr oder weniger neigte, konnte man stets, ohne den Compensator aus seiner Lage zu bringen, den centralen Streifen auf den Kreuzungspunkt der Fäden zurückführen.

Um in die Röhre trockene oder feuchte Luft einzuführen, verfuhr man auf folgende Weise:

Wollte man trockene Luft in der Röhre haben, so pumpte man die Röhre leer, und ließ dann durch Röhren mit Bimsstein und Schwefelsäure getrocknete Luft einströmen. Man wiederholte diese Operation mehrere Male, bis keine Aenderung in der Lage der Streifen mehr beobachtet wurde.

Um feuchte Luft zu erhalten, wurden zwei verschiedene Verfahren angewandt. Bei dem ersten erzeugte man einen leeren Raum, wie zuvor, und ließ dann Luft eintreten, welche infolge ihres Durchganges durch mit benetzten Schwämmen gefüllte Röhren sich mit Feuchtigkeit gesättigt hatte.

Um hierbei ein Sinken der Temperatur infolge der Verdampfung des Wassers zu vermeiden, wurde die erste Röhre, in welche die Luft eintrat, einige Grade über die Temperatur der Umgebung erwärmt. Auf diese Weise wurde die Röhre mehrere Male mit der feuchten Luft gefüllt, bis eine neue Einführung feuchter Luft keine Aenderung in der Lage der Streifen mehr hervorbrachte.

Bei dem zweiten Verfahren leitete man durch die Röhre längere Zeit einen langsamen Strom feuchter Luft. Beide Methoden haben sehr nahe dieselben Resultate gegeben; die erste hat aber den Vortheil, das Maximum von Feuchtigkeit in viel kürzerer Zeit erreichen zu lassen.

Zwei mit der Röhre in Berührung stehende Thermometer gaben die Temperatur an.

Das Innere der Röhre stand stets mit der äußern Luft in Communication, so daß die Drucke innerhalb und außerhalb dieselben waren.

Der Barometerstand, der übrigens während der Versuche auch nur wenig von dem normalen Stande abwich, braucht also nicht in Rechnung gezogen zu werden.

Der Apparat war auf der Sternwarte, in dem Meridiansaale, dessen Temperatur sich nur sehr langsam ändert, aufgestellt. *)

Ich lasse jetzt die erhaltenen Resultate folgen.

Zwei Messungen wurden im Februar 1852 an verschiedenen Tagen bei Temperaturen von sehr nahe 6° C. ausgeführt.

Temperatur.	Neigung der Gläser für trockne Luft.	Neigung der Gläser für feuchte Luft.	$\frac{\Delta}{\lambda}$ oder Anzahl der verschobenen Streifen.
6,3°	0°	3° 32′	5,6.
5,9	0	3 37	5,9

*) Man konnte fürchten, daß da bei diesen Versuchen feuchte Luft mit den Gläsern in Berührung stand, auf der Oberfläche der letztern eine Schicht Flüssigkeit sich niederschlüge, hinreichend, um eine selbstständige Verschiebung der Streifen zu erzeugen. Wäre dieser Fall eingetreten, so würde die Verschiebung in entgegengesetztem Sinne als in der feuchten Luft erfolgt sein, und die Beobachtung also zu kleine Zahlen ergeben haben. Es ist aber leicht, durch Rechnung sich zu überzeugen, daß die Flüssigkeitsschicht, welche einen merklichen Effect hervorzubringen vermöchte, eine Dicke erhalten müßte, welche sie unmittelbar auf der Oberfläche des Glases sichtbar machen würde. Um eine Verschiebung von 1/4 Streifen zu erzeugen, würde die Dicke so groß sein müssen, daß die Farben der dünnen Platten auf der Oberfläche erschienen, was indeß nicht der Fall war. Uebrigens hat sich Arago auch durch einen directen Versuch versichert, daß diese Wirkung bei seinen ersten Versuchen nicht stattgefunden hatte. Ein ähnlicher Versuch hat gezeigt, daß es sich mit

Werden die beiden vorstehenden Werthe auf eine und dieselbe Temperatur reducirt, indem man die Annahme macht, daß die Verschiebungen den Dichtigkeiten des Wasserdampfes proportional sind, so erhält man 5,72 Streifen als Mittelwerth für die Verschiebung bei der Temperatur von 6°, und zwar zeigt die Richtung der Verschiebung an, daß die feuchte Luft etwas weniger bricht als die trockne.

Um die Rechnungen zu vereinfachen, hat man es stets so eingerichtet, daß der Winkel i für trockne Luft gleich Null war, was durch passende Neigung des in die Bahn des andern Strahles gestellten Hülfsglases leicht zu erreichen war.

Zwei weitere Messungen wurden in der warmen Jahreszeit, im Juni, an verschiedenen Tagen bei Temperaturen von sehr nahe 17° ausgeführt. Die erhaltenen Resultate sind:

Temperatur.	Neigung der Gläser für trockne Luft.	Neigung der Gläser für feuchte Luft.	$\frac{\Delta}{\lambda}$ oder Anzahl der verschobenen Streifen.
17,2°	0°	5° 10′	12,0
17,1	0	5 3	11,6

Werden diese beiden Werthe auf einerlei Temperatur reducirt, so erhält man im Mittel 11,71 Streifen als Verschiebung für die Temperatur von 17°.

Man sieht, daß die Anzahl der verschobenen Streifen rasch mit der Temperatur wächst, was auch sein mußte, wenn die Verschiebung mit der Menge des der Luft beigemengten Wasserdampfes proportional war, wie dies in der That der Fall ist.

Nach den neuen Versuchen von Regnault ist bei 6° die Spannung des Wasserdampfes 6,998 und bei 17° 14,421; die Dichtigkeiten desselben stehen also bei diesen beiden Temperaturen in dem Verhältniß

$$\frac{14{,}421\ (1 + 6\alpha)}{6{,}993\ (1 + 17\alpha)} = 1{,}98$$

wo α den Ausdehnungscoefficienten der Gase bedeutet.

Wenn die Verschiebung der Menge des Wasserdampfes proportional ist, so muß es hinreichen, die Zahl der Streifen 5,72, die für 6° gefunden worden, mit dem Verhältniß 1,98 zu multipliciren, um die Zahl der bei 17° beobachteten Streifen zu erhalten. Führt man die Rechnung aus, so ergibt sich 11,3, während die Beobachtung 11,7 lieferte. Der Unterschied ist also geringer als die möglichen Beobachtungsfehler.

---

dem neuen Apparate ebenso verhält. Es ist also kein merklicher Einfluß seitens einer auf den Glasplatten abgesetzten Feuchtigkeitsschicht vorhanden.

Daraus folgt, daß die Verschiebung der Streifen der Dichtigkeit des Wasserdampfes, der bei den verschiedenen Temperaturen in der Luft vorhanden ist, merklich proportional geht. Die Versuche erstrecken sich allerdings nur auf mit Dampf gesättigte Luft; indeß gestatten die bekannten Gesetze über die Mischung der Gase und Dämpfe keinen Zweifel, daß dasselbe Princip auch auf unvollständig gesättigte Luft anwendbar ist.

Das vorstehend nachgewiesene Princip gestattet, aus den obigen Versuchen die Wirkungen des Wasserdampfes für verschiedene Temperaturen, sowie die relativen Werthe des Brechungsexponenten der trocknen und der feuchten Luft herzuleiten.

Für diese Rechnungen hat man die Werthe der 4 Bestimmungen zusammengenommen, nachdem sie sämmtlich auf 17° reducirt worden waren; man findet dann als Mittelwerth aus den der Annahme nach bei 17° gemachten Beobachtungen für die Verschiebung bei dieser Temperatur $n = 11,525$. Bezeichnet nun d die Dichtigkeit des Dampfes bei 17°, und d′ die bei einer andern Temperatur stattfindende, so wird man haben $\frac{n'}{n} = \frac{d'}{d}$.

Die Rechnung ist von 5 zu 5 Graden von 0° bis 40°, zwischen welchen Grenzen die Kenntniß der Wirkungen des Wasserdampfes für die Praxis wichtig sein kann, ausgeführt worden.

Temperatur.	Werth von n oder Anzahl der Streifen, welche durch eine feuchte Luftschicht von 10 Meter Länge verschoben werden würden.
0°	3,90
5	5,45
10	7,51
15	10,22
20	13,76
25	18,32
30	24,13
35	31,47
40	40,66

Aus diesen Werthen läßt sich leicht der Brechungsexponent der feuchten Luft für verschiedene Temperaturen herleiten.

Sind nämlich m_t und m_f die Brechungsexponenten der trocknen und der feuchten Luft, L die Länge der Röhre, Δ der Wegunterschied, so hat man nach der Theorie der Interferenzen

$$\Delta = L\,(m_t - m_f).$$

Nun geben die einzelnen Werthe von n in der vorhergehenden Tabelle je einen Werth des Wegunterschiedes

$$\Delta = n\lambda$$

wo λ die Länge einer Welle bezeichnet.

Durch Elimination von Δ erhält man also

$$m_f = m_t - \frac{n\lambda}{L}$$

welche Formel den Brechungsexponenten der feuchten Luft als Function des Brechungsexponenten der trocknen Luft und der Anzahl der verschobenen Streifen gibt.

Den Brechungsexponenten der trocknen Luft für die verschiedenen Temperaturen und für den normalen Druck erhält man aus dem Exponenten für 0°, der nach den Beobachtungen von Arago und Biot gleich 1,0002945 ist, indem man die Ausdehnung der Luft bei den verschiedenen Temperaturen in Rechnung zieht.

Die folgende Tafel enthält das Resultat dieser Rechnungen; sie gibt die Brechungsexponenten der trocknen und der mit Wasserdampf gesättigten Luft unter dem normalen Drucke und für Temperaturzunahmen um 5° von 0° bis 40°.

Die Rechnung ist auch für die Temperatur von 100° ausgeführt worden, was den Brechungsexponenten des Wasserdampfes auf eine sehr wahrscheinliche Weise zu bestimmen gestattet.

Tabelle der Brechungsexponenten für trockne und für mit Wasserdampf gesättigte Luft bei verschiedenen Temperaturen und unter dem normalen Drucke von 760mm.

Temperatur.	m_t oder Brechungsexponent der trocknen Luft.	m_f oder Brechungsexponent der feuchten Luft.
0°	1,0002945	1,0002943
5	1,0002892	1,0002889
10	1,0002841	1,0002837
15	1,0002792	1,0002786
20	1,0002744	1,0002736
25	1,0002698	1,0002687
30	1,0002654	1,0002640
35	1,0002611	1,0002592
40	1,0002569	1,0002545
		Wasserdampf.
100	1,0002155	1,0001877

Für die zwischenliegenden Temperaturen geben Proportionaltheile mit hinreichender Genauigkeit zwischen 0° und 40° die entsprechenden Brechungsexponenten.

Aus vorstehender Tabelle läßt sich gleichfalls der Brechungsexponent der unvollständig mit Feuchtigkeit gesättigten Luft für beliebige Barometerstände herleiten. Zu diesem Zwecke nimmt man zunächst die der Temperatur der Luft entsprechenden Brechungsexponenten der trocknen und der feuchten Luft; wird die Differenz $d = m_t - m_f$ mit dem Sättigungsverhältniß multiplicirt, so erhält man $d' = d\frac{f'}{f}$, was den Unterschied zwischen den Brechungsexponenten der trocknen und der unvollständig mit Feuchtigkeit gesättigten Luft darstellt. Dieser Unterschied hängt nur von der Menge des Wasserdampfes ab, und bleibt für alle Barometerhöhen derselbe. Um also für irgend einen gegebenen Barometerstand den Brechungsexponenten der unvollständig mit Wasserdampf gesättigten Luft zu erhalten, genügt es, den Brechungsexponenten für trockne Luft nach der gewöhnlichen Methode mit Berücksichtigung des Drucks zu berechnen und davon die Größe d' abzuziehen.

Man sieht, daß die vorstehende Tabelle die Mittel gewährt, den Brechungsexponenten der Luft mit Rücksicht auf den vorhandenen Wasserdampf unter allen Temperatur- und Druckverhältnissen, welche in der Praxis vorkommen können, zu berechnen.

Um besser die durch den Wasserdampf erzeugten Aenderungen in der Brechung beurtheilen zu können, wollen wir sie mit den Wirkungen einer Aenderung in der Temperatur der Luft vergleichen; bei der Temperatur von 12° und unter dem normalen Drucke ist der Einfluß des Wasserdampfes auf damit gesättigte Luft so groß, wie die Wirkung, welche durch einen Zuwachs von $^1/_2$° in der Temperatur erzeugt werden würde, d. h. der Brechungsexponent der feuchten Luft bei 12° ist ebenso groß als der der trocknen bei 12,5°.

Bei der Temperatur von 22° erzeugt die Anwesenheit des Wasserdampfes eine Wirkung, welche gleichbedeutend ist einer Zunahme von 1°; bei 30° ist dieser Einfluß gleich einer Zunahme von 1,6°; für 35° findet man 2,3°, während sich für 0° weniger als 0,2° ergibt.

[Die Untersuchung der Aenderungen in der brechenden Kraft des Wassers, Alkohols, Aethers und des Glases, welche Arago nach derselben Methode der Interferenzen begonnen hatte, hat die folgenden in seinen Tagebüchern notirten Resultate ergeben.]

Wasser. 1° C. Unterschied in der Temperatur des Wassers in

den beiden Röhren veranlaßt eine Verschiebung um 4 Streifen, selbst in der Nähe des Maximums der Dichtigkeit. Man nimmt die Wirkungen von $1/40^0$ wahr.

Compression des Wassers. In einer Röhre von 1 Meter Länge hat eine Compression von 1 Atmosphäre eine Verschiebung um 30 Streifen gegeben; also eine Compression von $1/30$ Atmosphäre 1 Streifen, und $1/300$ Atmosphäre 0,1 Streifen.

Alkohol und Aether geben das Doppelte und Dreifache.

Compression des Glases. Eine Compression von 1 Atmosphäre gibt eine Verschiebung um 1,5 Streifen, eine Compression von $1/10$ Atmosphäre eine Verschiebung von 0,15 Streifen.

Ueber das Zerstreuungsvermögen der Gase.

Im Laufe des August 1836 richtete Cauchy an die Akademie zwei Sendungen. Die erste, aus drei in Prag gedruckten Heften in 4to bestehend, wurde am 15. August vorgelegt; die zweite traf am 29. ein, und bestand aus einer autographirten Brochure in 8vo. In derselben Sitzung vom 29. fanden sich Exemplare der bereits vor vierzehn Tagen eingegangenen Hefte, die aber diesmal als Geschenk für verschiedene Physiker gesandt waren, unter die Schriftstücke der akademischen Correspondenz gemengt. Als ich während der Sitzung sie durchblätterte, las ich auf S. 185: „Bis jetzt hat man in den Gasen keine Spur von einer Zerstreuung der Farben entdecken können."

Meiner Ansicht nach enthielten diese Zeilen einen wesentlichen Irrthum. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß der Fehler in der autographirten Abhandlung vom 29. nicht verbessert worden war, hielt ich seine Erwähnung für nothwendig. Zu diesem Zwecke rückte ich die folgende Bemerkung in den Bericht der Sitzung ein:

„Bei Gelegenheit einer neuen der Akademie heute vorgelegten Abhandlung Herrn Cauchy's über die Theorie des Lichtes glaubt Arago auf einen thatsächlichen Irrthum hinweisen zu müssen, in welchen der Verfasser in Betreff der Dispersion der gasförmigen Substanzen gerathen ist. Cauchy nimmt diese Dispersion als Null an; Arago dagegen behauptet, daß sie merklich ist, und daß er sie für mehrere einfache und zusammengesetzte Gase gemessen hat. In einer spätern Sitzung wird Arago alle seine Resultate mittheilen."

Indem ich auf diese Weise Cauchy abzuhalten suchte, seine Mühe darauf zu verwenden, aus seiner gelehrten Theorie eine Folgerung herzuleiten, welche die Beobachtung in allen Punkten als unstatthaft erwies, glaubte ich auf Dank Anspruch zu haben; jedoch gerade umgekehrt zeigte sich Cauchy beleidigt, und sandte in Bezug hierauf einen Brief, der in dem Berichte der Sitzung vom 3. October abgedruckt ist. Ich sehe mich daher genöthigt, die Beschwerden meines Collegen zu prüfen, und die Frage wieder in ihr rechtes Licht zu stellen.

Cauchy hat behauptet, daß die Gase das Licht nicht zerstreuen; nach seiner Ansicht wäre dies aber nicht in der am 29. vorgelegten Abhandlung, sondern nur in einer ältern Abhandlung (in der vom 15. desselben Monats) geschehen. In der Abhandlung vom 29., erklärt Cauchy, „ist nirgends von Gasen die Rede, welche das Licht zerstreuen oder nicht zerstreuen, und selbst das Wort Gas oder gasförmige Substanz findet sich darin nirgends!“

Ich könnte ohne Schaden einer Kritik mich unterwerfen, deren Zweck ist, dem Gegner nachzuweisen, daß er seine Ausstellung am 15. und nicht am 29. August hätte vorbringen sollen; aber selbst das kann eigentlich nicht zugestanden werden, weil am 29. Exemplare der ersten Abhandlung auf dem Bureau der Akademie niedergelegt waren, und weil außerdem die Annahme, daß Medien existiren, welche das Licht nicht zerstreuen (wenn auch Cauchy aus unbegreiflicher Unachtsamkeit es verneint) ausdrücklich in der folgenden Stelle der autographirten Abhandlung vom 29. August ausgesprochen worden ist:

„Die neuen Paragraphen (deren bevorstehende Veröffentlichung Cauchy ankündigt) werden hauptsächlich zum Zweck haben .... die Gesetze der Fortpflanzung des Lichtes im leeren Raume, und in den Medien, welche das Licht nicht zerstreuen, wie ich solche in den Nouveaux exercices (S. 35) gegeben habe.“

In den Nouveaux exercices ist nun die Theorie auf die Gase angewandt; in der eben angeführten Stelle findet sich also das Wort Gas ebenso deutlich als ob es mit allen seinen Buchstaben geschrieben wäre. Ferner würde Cauchy nicht die Unvorsichtigkeit begangen haben, zu behaupten, daß feste oder flüssige Medien existiren, welche die Eigenschaft besitzen, die verschiedenfarbigen Strahlen gleich stark zu

brechen. Wenn man nun von den drei Zuständen, des Festen, Flüssigen und Gasförmigen, unter welchen die Körper sich uns darbieten, die beiden ersten ausscheidet, so bleibt nur der dritte, der gasförmige Zustand übrig, den allein also der gelehrte Geometer in seiner Abhandlung vom 29. August hat meinen können.

Uebrigens beabsichtigt Cauchy in keiner Weise, seine erste Behauptung zurückzunehmen; er behauptet nur, sie am 15. und nicht am 29. August 1836 ausgesprochen zu haben; sie erscheint ihm so unbestreitbar, daß er kein Bedenken trägt, die sicherlich nicht zweideutige Bemerkung, die ich in dem Berichte der Sitzung vom 29. August veröffentlicht hatte, und die oben wieder abgedruckt ist, einer Verbesserung zu unterwerfen.

„Arago wird haben sagen wollen, schreibt er, daß bis jetzt die Physiker die Dispersion der Gase nicht beobachtet hatten.“ Ich erkläre, daß ich diese Verbesserung nicht annehmen kann; denn die Dispersion der Erdatmosphäre ist beobachtet worden

1748 durch Bouguer,
1761 durch Lemonnier,
1779 durch Dollond,
1783, 1785 und 1805 durch Herschel.

Meine eigenen Beobachtungen gehen bis zum September des Jahres 1812 zurück. Endlich hat im Jahre 1815 Stephan Lee in der londoner königlichen Gesellschaft eine Abhandlung über die zerstreuende Kraft der Atmosphäre und ihren Einfluß auf die astronomischen Beobachtungen gelesen und in den Philosophical Transactions veröffentlicht.

„Niemand, sagt Cauchy, wird sich wundern, daß ich nicht von Arago's Beobachtungen mehrere Monate, bevor sie veröffentlicht und vielleicht sogar ausgeführt worden, geredet habe.“

Auf die wenig wohlwollende Aeußerung des vorhergehenden Satzes antworte ich mit zwei Thatsachen: die Messungen, die ich über die zerstreuende Kraft der Atmosphäre gemacht habe, datiren von 1812; sie wurden bald darauf von Lindenau in der Zeitschrift für Astronomie angeführt. Was die gemeinschaftlich mit meinem Schwager Petit

ausgeführten Messungen der Dispersion der Gase und Dämpfe anlangt, so gehen sie bis zum Jahre 1815 zurück; man findet einen ausführlichen Bericht darüber in dem ersten Aufsatze des ersten Heftes des ersten Bandes der Annales de chimie et de physique vom Februar 1816 *)! Ich dürfte also vielleicht berechtigt sein, den letzten zwischen Anführungszeichen eingeschlossenen Ausspruch Cauchy's durch den folgenden zu ersetzen, worin nur gewisse Ausdrücke verändert sind:

„Jeder wird sich wundern, daß Cauchy die Beobachtungen Arago's nicht gekannt hat, zwanzig Jahre nachdem sie veröffentlicht worden sind."

Diese Polemik, in welche ich zu meinem größten Bedauern hineingezogen worden bin, wird mich übrigens nicht hindern, meine aufrichtigsten Wünsche für den glücklichen Fortgang der sehr schwierigen Untersuchung, auf welche sich Cauchy eingelassen hat, auszusprechen; und wenn die zahlreichen feinen Messungen, die ich der Akademie vorzulegen beabsichtige, meinem gelehrten Collegen irgend nützlich sein können, so werde ich sie ihm zusenden, selbst vor der Redaction der Abhandlung, mit deren Vorbereitung ich beschäftigt bin.

[Die von Arago angekündigte Abhandlung ist nicht redigirt worden. Die Durchsuchung seiner Tagebücher hat gestattet, hier die Resultate der Beobachtungen zusammenzustellen.]

Dispersion der Atmosphäre.

9. Mai 1811. — Um $12^h\ 50^m$ Sternzeit ist mit der 200fachen Vergrößerung (1stes Fernrohr von Lerebours) der rothe Saum am wirklichen untern Rande des Mondes noch gut sichtbar. Der wirkliche obere (scheinbare untere) Rand zeigte damals nur sehr geringe Spuren von Grünlichblau. Mit der 90fachen Vergrößerung war der rothe Saum fast unsichtbar; am untern Rande sah man nicht die geringste Andeutung von Farben.

Mars, den ich einen Augenblick später beobachtete, war an seinem scheinbaren obern Rande sehr lebhaft roth gefärbt, während dagegen

*) S. Bd. 10 der sämmtl. Werke S. 97.

der untere Rand innen blau und außen violett war; die letztere Farbe war übrigens etwas schwach.

8. September 1812. — Kurz vor ihrem Untergange betrachtete ich die Sonne mit dem Fernrohre des Kaisers. Die obern und untern Ränder derselben waren sehr merklich gefärbt, und zwar der scheinbare obere Rand gelblichroth, der scheinbare untere blauviolett. Um diese Farben zum Verschwinden zu bringen, stellte ich Crownglasprismen von verschiedenen Winkeln, von denen das eine quadratisch, das andere kreisförmig war, vor das Ocular.

Um 6h 4m nach meiner Uhr, die 6 Minuten gegen wahre Zeit nachgeht, ist das quadratische Crownglasprisma zu schwach, weil man noch etwas Roth am scheinbaren obern und eine grünliche Farbe am untern Rande der Sonne sieht.

Um 6h 10m bilden das quadratische und das kreisförmige Prisma zusammen vielleicht einen zu großen Winkel, der nicht nur die Farben zerstört, sondern dieselben in entgegengesetztem Sinne wieder hervorruft. Um 6h 12m ist das quadratische Prisma allein viel zu schwach.

Um 6h 14m scheinen mir das quadratische und das kreisförmige Prisma zusammen die Dispersion der Atmosphäre sehr genau zu compensiren.

Als das quadratische Prisma vor das Fernrohr eines Kreises gestellt wurde, lenkte es die Mire um ungefähr 8° 47′ 34″ (?) ab, während das runde Prisma eine Ablenkung von ungefähr 4° 32′ 42″ (?) erzeugte. Die Fläche, aus welcher die Strahlen austraten, war auf das Objectiv des Fernrohrs gelegt; letzteres besaß eine 88fache Vergrößerung.

[Die in den dreizehn folgenden Versuchen befolgte Methode ist nicht beschrieben worden; es geht aber aus den sogleich mitzutheilenden Details, und aus den von Arago gemachten Beobachtungen und vollständig mit eigner Hand ausgeführten Rechnungen hervor, daß der berühmte Physiker die Zeit des Achromatismus des untern Randes der Sonne (du bord inférieur de l'appareil du Soleil?) gesucht hat, wenn er vor das Fernrohr entweder ein großes Prisma setzte, welches das Licht 10′ 55″ ablenkte, oder ein kleines, das eine Abweichung von 5′ 40″ erzeugte. Die Berechnung der genauen Höhe des beobachteten

Punktes der Sonne gab ihm dann den Werth der atmosphärischen Refraction. Die folgende Tabelle gibt diese Beobachtungen und ihre Resultate.]

Tag.	Angewandtes Prisma.	Stunde des Achromatismus nach wahrer Zeit.	Stundenwinkel der Sonne in Zeit.	Barometer.	Thermometer.	Atmosphärische Refraction.	Verhältniß der Dispersionen der Luft u. des Crownglases.
14. Sept. 1812	großes Prisma	6h 2m	—	763,8mm	21,0°	16′ 7″	10 : 14,7
16. „	ebend.	5 55	—	758,7	25,0	14 2	10 : 12,8
22. Nov.	ebend.	—	4h 0m	765,0	0,0	15 51	10 : 14,5
24. Febr. 1813	kleines Prisma	4 34	—	765,0	5,8	7 34	10 : 13,3
„	großes Prisma	5 2	—	—	—	15 35	10 : 14,2
4. März	kleines Prisma	3 45	4 44	777,0	6,9	6 50	10 : 12,1
14. „	ebend.	4 46	5 9	766,0	1,0	7 52	10 : 13,1
„	großes Prisma	5 8	5 31	—	—	13 54	10 : 12,7
16. „	kleines Prisma	4 50	5 6	760,0	6,0	7 6	10 : 12,5
30. „	ebend.	—	—	—	—	7 6	10 : 12,5
8. April	ebend.	6 58	5 51	757,5	18,5	7 20	10 : 12,9
11. „	ebend.	7 14	5 55	—	—	6 46	10 : 11,9
14. „	ebend.	7 30	6 0	765,0	13,5	6 57	10 : 12,3

Verhältniß des Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre zu dem Zerstreuungsvermögen des Crownglases im Mittel . . . 10 : 13,04

[Das Zerstreuungsvermögen der atmosphärischen Luft ist von Arago ferner ermittelt worden, indem er sich der Methode bediente, auf welche das Rochon'sche Diasporameter sich gründet. Eben diese Methode ist von Arago und Petit zur Bestimmung des Zerstreuungsvermögens des Dampfes von Schwefelkohlenstoff, des Cyangases und Schwefelwasserstoffgases angewandt worden. Die allgemeinen Schlußfolgerungen aus dieser Arbeit sind in der Abhandlung vom 11. December 1815 über die brechenden und zerstreuenden Kräfte (s. Bd. 10 der sämmtl. Werke S. 97) gegeben worden; hier sollen die Details der Versuche mitgetheilt werden.

Drei Prismen von Crownglas dienten zum Vorsetzen vor das Borda'sche Prisma, dessen Winkel 143° 7′ 28″ beträgt: das erste lenkt um 5′ 40″, das zweite um 10′ 55″ und das dritte, welches drehbar ist, um 25′ ab.]

I. — Atmosphärische Luft.

Versuche am 23. September 1815.

Die Farben, welche das leere Prisma erzeugt, wenn sich die Flächen zur Rechten befinden, sind roth nach Links und blau nach Rechts (scheinbar).

Flächen des Prismas zur Linken.

Das Prisma von 5′ 40″ ist zu stark; die Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ in entgegengesetztem Sinne aneinander gesetzt, was einem Prisma von 5′ 15″ entspricht, sind noch zu stark. Man schaltet das bewegliche Prisma ein

bei 280° etwas Roth zur Linken.	bei 70° etwas Roth zur Linken.
bei 270° deutliches Roth zur Rechten.	bei 80° etwas Roth zur Rechten.
bei 275° etwas Roth zur Rechten.	bei 75° vielleicht Roth zur Linken.
bei 277° Achromatismus.	bei 76° Achromatismus.

Flächen des Prismas zur Rechten.

Die Differenz der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ ist zu stark.

bei 255° sichtbares Roth zur Rechten.	bei 85° deutliches Roth zur Linken.
bei 260° vielleicht Roth zur Rechten.	bei 95° Roth zur Rechten.
bei 265° vielleicht Roth zur Linken.	bei 90° vielleicht Roth zur Linken.
bei 262° Achromatismus.	bei 92° Achromatismus.

Zu Ende der Beobachtungen zeigte der Druckmesser an der Röhre 9^{mm}; die Temperatur der Luft war 18°; das äußere Barometer zeigte $748{,}2^{mm}$ und sein Thermometer 19°. In diesem Zustande maß man die Ablenkung des leeren Prismas. Drei Beobachtungen gaben für die doppelte Ablenkung

9′ 0″, 8′ 51″, 8′ 54″.

Man reducirte den innern Druck auf 2^{mm} und fand für die doppelte Ablenkung in drei Beobachtungen

9′ 30″, 9′ 20″, 9′ 18″.

Man ließ Luft eintreten, um die Ablenkung der Flächen zu messen. Der Druckmesser zeigte einen Druck von $749{,}2^{mm}$ an; die Temperatur war 17,2°; das äußere Barometer stand auf $748{,}1^{mm}$, während sein Thermometer 17,8° angab. Vier Beobachtungen geben für die doppelte Ablenkung der Flächen

1′ 36″, 1′ 42″, 1′ 45″, 1′ 46,5″.

Man machte das Prisma von Neuem luftleer, ließ Luft eintreten und schloß darauf den Hahn des Prisma. Drei Beobachtungen gaben für die doppelte Ablenkung der Flächen

1′ 42″, 1′ 42″, 1′ 42″.

Der Druckmesser zeigte $748{,}3^{mm}$, während die Temperatur 17,7° war; das äußere Barometer gab $748{,}1^{mm}$ an und sein Thermometer stand auf 18°.

II. — Dampf von Schwefelkohlenstoff.

1. Versuche am 13. September 1815.

Der Druck des dem Experiment unterworfenen Dampfes war 288,5^{mm}, seine Temperatur 25,3°. Das äußere Barometer zeigte 757,75^{mm} und sein Thermometer 23,5°. Man bediente sich bei dieser Beobachtung eines kleinen Spiegelteleskops.

Flächen des Prismas zur Linken.

Das 10′ 55″ ablenkende Prisma von Crownglas genügt nicht zum Achromatisiren. Die Summe zweier Prismen, von denen das eine um 10′ 55″, das andere um 5′ 40″ ablenkt, genügt noch nicht.

Man schaltet dann das 25′ ablenkende bewegliche Crownglasprisma ein, läßt es die verschiedenen Theile des Limbus, auf welchem es sich dreht, durchlaufen und beobachtet:

bei 190° deutliches Roth zur Rechten.
bei 200° noch Roth zur Rechten.
bei 210° noch etwas.
bei 215° Achromatismus.
bei 220° etwas Roth zur Linken.
bei 230° deutliches Roth zur Linken.

bei 150° deutliches Roth zur Rechten.
bei 140° noch Roth zur Rechten.
bei 135° noch etwas.
bei 130° Achromatismus.
bei 125° etwas Roth zur Linken.
bei 120° deutliches Roth zur Linken.

Flächen des Prismas zur Rechten.

Die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ genügt nicht vollständig. Man schaltet das bewegliche Prisma ein:

bei 20° deutliches Roth zur Linken.
bei 25° noch etwas.
bei 30° Achromatismus.
bei 35° etwas Roth zur Rechten.
bei 40° deutliches Roth zur Rechten.

bei 330° etwas Roth zur Linken.
bei 325° noch sehr wenig.
bei 320° Achromatismus.
bei 315° sehr wenig Farben.
bei 310° etwas Roth zur Rechten.

2. Versuche am 14. September.

Die von dem Druckmesser angezeigte Spannung des Dampfes betrug 274,9^{mm} und seine Temperatur 26°. Das äußere Barometer zeigte 756,3^{mm} und sein Thermometer 25°. Man bediente sich noch desselben Teleskops, wie bei den vorhergehenden Beobachtungen; man hatte vor den unteren Theil seiner Oeffnung ein kleines Diaphragma gestellt, um sicher zu sein, daß man immer durch denselben Theil des Oculars beobachtete.

Die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ genügte nicht, schien aber ziemlich nahe zu sein.

Flächen des Prismas zur Linken:

bei 150° deutliches Roth zur Rechten.
bei 140° noch etwas.
bei 135° sehr nahe, aber noch nicht ganz.
bei 130° Achromatismus.
bei 120° etwas Roth zur Linken.
bei 110° deutliches Roth zur Linken.

bei 200° etwas Roth zur Rechten.
bei 210° noch etwas.
bei 215° sehr nahe, aber noch nicht ganz.
bei 220° Achromatismus.
bei 230° etwas Roth zur Linken.
bei 240° deutliches Roth zur Linken.

Flächen des Prismas zur Rechten:

bei 325° etwas Roth zur Linken.
bei 320° kaum noch etwas.
bei 315° Achromatismus.
bei 310° vielleicht Roth zur Rechten.
bei 300° etwas Roth zur Rechten.

bei 25° etwas Roth zur Linken.
bei 30° vielleicht noch etwas.
bei 35° Achromatismus.
bei 40° etwas Roth zur Rechten.
bei 50° deutliches Roth zur Rechten.

3. Versuche am 15. September.

Die Spannung des Dampfes wurde von dem Druckmesser zu $279{,}0^{mm}$ angegeben, und seine Temperatur betrug 26,3°. Das äußere Barometer zeigte $755{,}5^{mm}$ und sein Thermometer 24°. Bei dieser Beobachtungsreihe wurde ein achromatisches Fernrohr von Lerebours angewandt.

Flächen des Prismas zur Linken (man schaltet das bewegliche Prisma ein):

bei 200° deutliches Roth zur Rechten.
bei 210° sehr nahe, aber noch nicht ganz.
bei 215° Achromatismus.
bei 220° sehr wenig Roth zur Linken.
bei 230° deutliches Roth zur Linken.

bei 140° deutliches Roth zur Rechten.
bei 135° noch etwas.
bei 130° sehr nahe, vielleicht überschritten.
bei 125° etwas Roth zur Linken.
bei 120° deutliches Roth zur Linken.

Flächen des Prismas zur Rechten:

bei 25° etwas Roth zur Linken.
bei 30° sehr wenig, aber noch nicht ganz.
bei 35° äußerst wenig.
bei 40° vielleicht überschritten.
bei 50° deutliches Roth zur Rechten.

bei 330° deutliches Roth zur Linken.
bei 325° noch Roth zur Linken.
bei 315° noch etwas.
bei 310° äußerst nahe.
bei 300° Roth zur Rechten.

III. — Cyan.

1. Versuche am 24. September 1815.

Die Spannung des Gases ist 628,5mm, und seine Temperatur 19,8°. Das äußere Barometer zeigt 752,65mm und sein Thermometer 20,7°.

Flächen des Prismas zur Rechten (man wendet das bewegliche Prisma an):

bei 50° schwaches Roth zur Linken.
bei 60° sehr nahe, etwas Roth zur Rechten.
bei 65° schwaches Roth zur Rechten.
bei 55° vielleicht Roth zur Linken.
bei 310° etwas Roth zur Linken.
bei 300° vielleicht Roth zur Linken.
bei 290° etwas Roth zur Rechten.
bei 295° Achromatismus.

Flächen des Prismas zur Linken:

bei 120° etwas Roth zur Rechten.
bei 115° noch etwas.
bei 110° sehr nahe, vielleicht überschritten.
bei 105° Roth zur Linken.
bei 210° Roth zur Rechten.
bei 260° Roth zur Linken.
Der Himmel war so dunkel, daß man nicht fortfahren konnte.

2. Versuche am 25. September.

Die von dem Druckmesser angezeigte Spannung war 600,1mm, und die Temperatur betrug 19,2°. Das äußere Barometer gab 757,2mm und sein Thermometer 19,4° an. Man bediente sich des Fernrohrs von Lerebours.

Flächen des Prismas zur Linken.

Das 10′ 55″ ablenkende Prisma schien fast genau zu achromatisiren; vielleicht ist es um ein sehr geringes zu stark. Man wendet das bewegliche Prisma an:

bei 110° sehr nahe, vielleicht Roth zur Rechten.
bei 115° deutliches Roth z. Rechten.
bei 120° sehr deutliches Roth zur Rechten.
bei 100° recht deutliches Roth zur Linken.
bei 105° sehr nahe, etwas Roth zur Linken.
bei 109° Achromatismus.
bei 230° schwaches Roth z. Rechten.
bei 235° sehr schwaches Roth zur Rechten.
bei 240° sehr nahe.
bei 238° Achromatismus.
bei 250° Roth zur Linken.
bei 245° noch etwas Roth z. Linken.

Um den Einfluß der Ränder des Oculars kennen zu lernen, hat man folgende Beobachtungen angestellt:

bei 125° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke scheinbare Rand achromatisch.

bei 98° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

bei 225° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke scheinbare Rand achromatisch.

bei 250° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

Flächen des Prismas zur Rechten.

Das Prisma von 10′ 55″ scheint genau zu achromatisiren. Man wendet das bewegliche Prisma an:

bei 57° 30″ ziemlich wenig Roth zur Linken.
bei 55° merkliches Roth zur Linken.
bei 60° Achromatismus.
bei 65° Roth zur Rechten.
bei 62° ziemlich nahe, vielleicht Roth zur Rechten.

bei 300° Roth zur Linken.
bei 295° vielleicht etwas Roth zur Linken.
bei 290° sehr nahe.
bei 285° schwaches Roth z. Rechten.
bei 280° deutliches Roth z. Rechten.

bei 75° und 278° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke scheinbare Rand achromatisch.

bei 45° und 303° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

IV. — Schwefelwasserstoff.

1. Versuche am 1. October 1815.

Die von dem Druckmesser angezeigte Spannung beträgt 726,9mm, während die Temperatur 18,7° ist. Das äußere Barometer zeigt 752,1mm und sein Thermometer 18,1°.

Das 10′ 55″ ablenkende Prisma ist merklich zu schwach und die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ merklich zu stark, man mag, die Flächen zur Rechten oder zur Linken, beobachten.

Flächen des Prismas zur Linken (man bedient sich des beweglichen Prismas von 25′):

bei 105° merkliches Roth zur Linken.
bei 115° noch etwas.

bei 245° merkliches Roth zur Linken.
bei 240° noch etwas.

bei 120° vielleicht Roth zur Rechten. bei 235° vielleicht Roth zur Rechten.
bei 125° merkliches Roth z. Rechten. bei 230° merkliches Roth zur Rechten.
bei 117° 30′ Achromatismus. bei 237° 30′ Achromatismus.

bei 130° und 225° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke scheinbare Rand achromatisch.

bei 105° und 50° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

Flächen des Prismas zur Rechten:

bei 45° Roth zur Linken. bei 305° merkliches Roth zur Linken.
bei 50° noch etwas. bei 300° sehr nahe, vielleicht Roth zur Linken.
bei 55° vielleicht Roth zur Rechten. bei 295° sehr nahe, vielleicht Roth zur Rechten.
bei 60° deutliches Roth z. Rechten. bei 290° deutliches Roth zur Rechten.
bei 52° 30′ Achromatismus. bei 297° 30′ Achromatismus.

bei 65° und 285° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke scheinbare Rand achromatisch.

bei 33° und 310° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

2. Versuche am 8. October.

Die vom Druckmesser angezeigte Spannung beträgt 743,5 ^{mm}, während die Temperatur 17,7° ist. Das äußere Barometer zeigt 763,2 ^{mm} und sein Thermometer 17,8°.

Flächen des Prismas zur Rechten.

Das Prisma von 10′ 55″ achromatisirt nicht vollständig, aber nahe; die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ ist zu stark. Die Farben, die man dann wahrnimmt, sind etwas lebhafter als die, welche im entgegengesetzten Sinne entstehen, wenn man das Prisma von 10′ 55″ anwendet. Man schaltet das bewegliche Prisma von 25′ ein:

bei 60° sehr wenig Roth z. Rechten. bei 305° sehr wenig Roth zur Linken.
bei 65° merkliches Roth z. Rechten. bei 300° vielleicht noch Roth z. Linken.
bei 55° unmerkliche Farben. bei 295° vielleicht Roth zur Rechten.
bei 50° vielleicht Roth zur Linken. bei 290° Roth zur Rechten.
bei 45° merkliches Roth zur Linken. bei 297° Achromatismus.

bei 40° Roth zur Linken im Mittelpunkte; der rechte scheinbare Rand achromatisch.

bei 70° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der rechte Rand schwach roth gefärbt.

bei 65° Roth zur Rechten im Mittelpunkte; der linke Rand fast achromatisch.

Flächen des Prismas zur Linken.

Die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ verlegt das Roth zur Rechten in den Mittelpunkt; aber auf dem linken Rande sieht man Roth zur Rechten. Das Prisma von 10′ 55″ läßt im Mittelpunkte das Roth zur Linken; auf dem rechten Rande sieht man Roth zur Rechten.

bei 115° sehr nahe, vielleicht Roth zur Linken.	bei 225° etwas Roth zur Rechten.
bei 120° vielleicht Roth zur Rechten.	bei 230° noch etwas.
bei 110° Roth zur Linken.	bei 235° vielleicht Roth zur Linken.
bei 125° Roth zur Rechten.	bei 240° Roth zur Linken.
bei 118° Achromatismus.	bei 233° Achromatismus.

3. Versuche am 20. October.

Die von dem Druckmesser angezeigte Spannung ist 680,6^{mm}, während die Temperatur 20,6° beträgt. Das Barometer ist nicht beobachtet worden.

Man bediente sich bei diesen Beobachtungen des kleinen Teleskops; ohne Einschaltung eines Prismas zeigte das Ocular dieses Instrumentes etwas Roth zur Rechten, woraus folgt, daß man bei der Beobachtung, wo die Flächen zur Linken liegen, zum Achromatisiren ein Prisma von einem kleineren Winkel anwenden muß, als wenn die Flächen sich rechts finden. Der Versuch hat dies auch bestätigt.

Flächen des Prismas zur Rechten.

Das Roth ist zur Rechten. Das Prisma von 10′ 55″ genügt nicht; es läßt das Roth zur Rechten. Die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ genügt sehr nahe, führt aber das Roth auf die linke Seite hinüber. Es ist wahrscheinlich, daß das Mittel vom Achromatismus nicht entfernt sein und ihn herbeiführen wird. Man schaltet das bewegliche Prisma ein:

bei 30° merkliches Roth zur Linken, mehr als die Summe der Prismen von 10′ 55″ und 5′ 40″ erzeugt.	bei 320° sehr merkliches Roth zur Linken.
bei 40° noch etwas Roth z. Linken.	bei 310° noch etwas.
bei 45° sehr nahe, aber noch nicht ganz.	bei 305° noch etwas.
bei 50° Achromatismus.	bei 300° Achromatismus.
bei 60° etwas Roth zur Rechten, aber sehr wenig.	bei 290° ziemlich merkliches Roth zur Rechten.

bei 70° deutliches Roth zur Rechten, mehr als es das Prisma von 10′ 55″ übrig läßt.

bei 280° sehr merkliches Roth zur Rechten.

Flächen des Prismas zur Linken.

Das Roth ist zur Linken. Man schaltet das bewegliche Prisma ein:

bei 120° Roth zur Rechten.

bei 130° sehr merkliches Roth zur Rechten.

bei 115° etwas Roth zur Rechten.

bei 110° Achromatismus.

bei 100° etwas Roth zur Linken.

bei 90° merkliches Roth zur Linken.

bei 220° sehr merkliches Roth zur Rechten.

bei 230° noch Roth zur Rechten.

bei 240° vielleicht noch Roth zur Rechten.

bei 245° vielleicht schon Roth zur Linken.

bei 255° Roth zur Linken.

bei 260° sehr merkliches Roth zur Linken.

[Um diese Notizen über die zerstreuenden Kräfte zu vervollständigen, muß hier daran erinnert werden, daß Arago (Bd. 7 der sämmtl. Werke S. 365) ein eigenthümliches Verfahren zur Bestimmung des relativen Zerstreuungsvermögens aller möglichen Substanzen angegeben hat. Dies Verfahren besteht in dem Vorsetzen eines blauen Glases vor das Ocular, wodurch man sehr deutlich schwarze Streifen wahrnimmt, welche die Spectra in solcher Weise begrenzen, daß die Beobachtungen genau und vergleichbar werden.]

Inhaltsverzeichniß

des funfzehnten Bandes.

Verzeichniß der Figuren

des funfzehnten Bandes.

Druckfehler.

In Bd. 7, S. 81, Z. 8 von oben lies Speyer anstatt Mannheim.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.